ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1925.

PRÉSIDENCE DE M. E.-L. BOUVIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDROLOGIE. — *Sur l'ordre de grandeur des variations de profondeur et d'étendue du lac Tchad.* Note (¹) de M. **Jean Tilho**.

Au cours de notre dernier voyage en Afrique centrale, nous avons fait reprendre les observations régulières de variation du niveau du Tchad, que nous avions commencées en 1908, sur la rive orientale, en face du poste de Bol; ces nouvelles observations ont été consciencieusement faites par MM. les chefs de poste, Cruciani, Gély, Lecomte, Boy, Colliaux et Martial, du 20 octobre 1912 au 30 septembre 1919; elles ont donné les résultats résumés ci-après :

L'année normale est caractérisée par le fait que la crue et la décrue se compensent sensiblement; ce fut le cas pour les années 1912, 1914, 1915, 1917 et 1918. L'année anormale est caractérisée soit par une *crue déficitaire* (cas de l'année 1913, où la crue fut à peine le $\frac{1}{5}$ de la crue moyenne ordinaire), soit par une *crue surabondante* (cas de l'année 1916, où la crue atteignit presque le double de la moyenne).

L'oscillation annuelle se traduit graphiquement par une courbe d'allure assez régulière, ne présentant qu'un seul minimum (mi-juillet) et un seul maximum (début de décembre); son amplitude moyenne est de $1^{m},015$; la hauteur annuelle de décrue reste sensiblement la même en années normales et anormales (écart extrême constaté : $0^{m},46$), tandis que pour la hauteur de crue, les écarts sont beaucoup plus accusés ($1^{m},67$).

(¹) Séance du 20 avril 1925.

Le passage par le niveau moyen annuel a lieu, d'abord vers l'équinoxe de printemps, puis deux semaines environ après l'équinoxe d'automne. Le niveau moyen général de la période considérée s'est placé à $1^{m},10$ au-dessus de l'étiage de juillet 1914, époque du plus faible niveau de cette période; le lac est nettement resté au-dessous de ce niveau moyen pendant 3 ans et demi (mai 1913 à octobre 1916) et nettement au-dessus le reste du temps.

Au cours de l'oscillation annuelle, il se produit, principalement pendant la décrue, de *petites oscillations irrégulières* du niveau, d'une amplitude ne dépassant pas 10^{cm}, et d'une durée de 4 à 15 jours : elles sont dues, soit à des courants de surface intermittents, provoqués par des variations de direction et de force des vents locaux, soit à des passages de *seiches*.

Pendant la crue, la montée mensuelle des eaux est, en moyenne, de 24^{cm} environ au cours des années normales ; elle peut atteindre 40 à 65^{cm}, lors des *crues surabondantes*, ou rester au-dessous de 10^{cm} lors des *années déficitaires*. Pendant la décrue, la baisse mensuelle est en moyenne de 12^{cm} environ ; toutefois, elle est un peu plus accentuée en mars et avril (19 et 17^{cm}), bien que le maximum d'évaporation ne se produise qu'en mai et le minimum des apports des tributaires en juin.

Les valeurs exactes de ces divers mouvements du lac sont données dans les tableaux A et B ci-dessous.

TABLEAU A. — *Époques et cotes des niveaux : minimum, moyen, maximum* (période 1912-1919).

Années.	Minimum.		Maximum.		Moyen (décrue).		Moyen (crue).	
	Époque.	Cote.	Époque.	Cote.	Époque.	Cote.	Époque.	Cote.
		m		m		m		m
1912........	"	"	24 nov.	1,76	"	"	"	"
1913........	1er août	0,74	30 nov.	0,93	7 mars	1,25	15 sept.-10 oct.	0,84
1914........	27 juillet	0,00	18-28 nov.	0,96	3 avril	0,46	8 oct.	0,48
1915........	8 juillet	0,13	28 nov.	1,13	20 mars	0,54	15 oct.	0,63
1916........	12-17 juillet	0,32	17 déc.	2,18	18 mars	0,72	12 oct.	1,25
1917........	20 juillet	0,91	15 déc.	2,16	20 mars	1,55	14 oct.	1,54
1918........	22 juillet	1,06	26 nov.	1,98	20 mars	1,61	23 sept.	1,52
1919........	16 juillet	0,95	"	"	17 mars	1,46	"	"

Le zéro est rapporté au niveau le plus bas de la période (27 juillet 1914).

Tableau B. — *Variation mensuelle du niveau (en centimètres) et amplitude de l'oscillation annuelle.*

	1912.	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.	Moy.
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Décrue au 31 décembre...	″	—19	— 9	— 5	—13	— 9	— 8	—10	—10
» 31 janvier.....	″	— 7	—12	— 5	— 5	—22	—20	—12	—12
» 28 février.....	″	—11	— 4	—19	—19	—19	—11	—12	—14
» 31 mars.......	″	—21	—16	—16	—11	—21	—26	—26	—19
» 30 avril.......	″	— 7	—24	—19	—17	—21	—14	—14	—17
» 31 mai........	″	—17	— 4	— 2	— 3	—21	—17	—11	—11
» 30 juin.......	″	—10	— 8	—15	— 8	— 9	—10	—13	—10
Minimum de juillet......	″	—10	—16	— 2	— 5	— 4	— 4	— 6	— 7
Demi-oscillation de décrue.	″	102	93	83	81	126	110	104	100
Crue au 31 juillet........	″	0	+ 4	+16	+11	+ 5	+ 5	+ 9	+ 7
» 31 août.........	″	+ 3	+23	+22	+36	+21	+18	+19	+20
» 30 septembre....	″	+ 8	+19	+26	+41	+29	+32	+26	+26
» 31 octobre......	″	+ 3	+28	+20	+33	+33	+26	″	+24
Maximum de nov.-déc.....	+17	+ 5	+22	+15	+66	+37	+10	″	+25
Demi-oscillation de crue..		19	96	100	186	125	92		103

Profondeur. — Les communications navigables entre la partie nord et la partie sud du lac ne sont possibles que si la profondeur, au sortir de l'embouchure du Chari (8 à 10^{km}), se maintient assez longtemps au-dessus de 3^{m}. Sur les principales routes de navigation, les profondeurs, aux plus basses et aux plus hautes eaux de la période 1912-1919, ont été les suivantes :

	Étiage de juillet 1924.	Maximum de décembre 1916.
	m m	m m
40^{km} autour Chari......................	0,60 à 1,90	2,80 à 4,10
Seuil submergé de séparation...........	0,40 à 0,60	2,60 à 2,80
Archipel (routes Bol, Samia)...........	0,90 à 2,30	3,10 à 4,50
Route Baga-Seyorom, Chari.............	0,80 à 1,50	3,00 à 3,70
Profondeur moyenne du lac.............	1^{m},10	2^{m},50

Superficie. — Les variations de la superficie submergée du Tchad sont très considérables en raison de la platitude des rives méridionales et occidentales, de la complexité du réseau de *bahrs* constituant les rives septentrionales et orientales et, surtout, de la multitude de bancs vaseux et îles basses de l'intérieur du lac, apparaissant ou disparaissant au gré des fluctuations du niveau des eaux. Appréciées à l'estime et avec une incertitude de 500 à 1000^{km^2}, on peut admettre pour ces variations les valeurs suivantes :

	En milliers de kilomètres carrés :							
	1912.	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
15 juillet (minimum)....	....	12,5	10,0	10,5	11,0	14,0	14,5	14,0
5 décembre (maximum)...	16,0	13,0	13,0	14,0	18,0	17,5	17,0	....

Volume. — Les variations du volume de la masse liquide du Tchad, évaluées avec une incertitude de l'ordre du kilomètre cube, ont été approximativement les suivantes :

	1912.	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
15 juillet (min.) (kmc)....	?	19	11	12	14,5	22,5	25	23,5
5 décembre (max.) (kmc).	34	22	22	24,5	42,5	42,0	39,5	?

Les pertes annuelles apparentes (décrue) auraient ainsi varié de 10 à 20^{kmc} et les gains apparents de 3 à 28^{kmc} (moyennes, 14^{kmc} environ).

Pertes annuelles. — Elles sont dues à l'évaporation et aux infiltrations; également à l'absorption par la végétation lacustre, celle-ci couvrant des étendues d'autant plus considérables que le volume des eaux est plus réduit. Les infiltrations qui sont, au contraire, d'autant plus fortes que ce volume est plus important, favorisent le maintien de la salinité des eaux du Tchad à un degré très faible : 0,03 pour 1000 de NaCl. Quant à l'évaporation, elle avait été estimée par Nachtigal à 70^{kmc} par an, représentant une tranche d'eau de 3^{m} de hauteur. D'après nos observations et calculs, cette hauteur ne doit pas dépasser $0^{m},70$ à $0^{m},85$, par an, pour la période 1912-1919.

Gains annuels. — Ils sont dus aux apports des tributaires et des pluies locales; les apports des diverses tributaires se repartissent ainsi : Komadougou-Yoobé, 0,5 pour 100; petits affluents du Sud-Ouest, 1,5 pour 100; Chari, 98 pour 100. La crue du Chari est donc celle qui exerce sur la crue du Tchad l'influence prépondérante.

La hauteur des apports directs des pluies locales est sensiblement égale à celle des pluies recueillies à la station de Bol, augmentée de 25 à 30 pour 100; elle représente environ 22 à 24 pour 100 de la hauteur totale de la crue annuelle du lac, comme le montre le tableau suivant :

	1913.	1914.	1915.	1916.	1917.	1918.	1919.
Hauteur de pluie à Bol (en cm)...	4,6	21,8	20,7	21,2	19,5	12,6	24,7
Hauteur de crue du Tchad (en cm).	19,0	96,0	100,0	186,0	125,0	92,0	?
Rapport (pour 100)	24,2	22,7	20,7	11,4	15,6	13,7	?

Soit en moyenne : 18 pour 100. La part du Chari dans la crue totale du lac ressort ainsi en moyenne à 74 ou 76 pour 100 et celle des autres tributaires à 2 pour 100.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de Trilobites et d'Archæocyathidés dans les couches cambriennes des environs de Carteret (Manche).* Note [1] de M. A. Bigot.

Le cap Carteret, sur la côte occidentale du Cotentin, est constitué par des dalles phylladiennes vertes et parfois brun violacé, qui font partie d'un large affleurement s'étendant à l'Est autour des Moitiers d'Allonne. Ces schistes constituent les roches littorales plates au nord-ouest du cap, et entre Carteret et Portbail. Ils sont généralement peu inclinés, affectés de nombreuses ondulations à grande courbure et de petites cassures.

Les assises sur lesquelles reposent ces schistes de Carteret n'affleurent nulle part dans le voisinage immédiat, mais cette série se termine par des grès grossiers et des schistes rouges, surmontés au Bosquet des Moitiers d'Allonne par les quartzites du Grès armoricain.

Les schistes de Carteret se placent donc au niveau des schistes du Rosel et de Cherbourg, entre les conglomérats discordants sur le Briovérien et le premier horizon fossilifère de l'Ordovicien, qui est le Grès armoricain, équivalent de l'Arenig. Ils représentent un faciès argileux qui, dans une partie du nord du Cotentin et dans l'ouest de la Zone bocaine, remplace les faciès calcaire et arénacé, surmontant les conglomérats de base dans le Calvados et le Maine. Toute cette série a été classée dans le Cambrien, pour des raisons exclusivement stratigraphiques.

Des bancs calcaires s'intercalent dans les schistes de Carteret; la carrière du Moulin des Douits, à Carteret, où ces calcaires ont été exploités, notamment pour la construction de la gare de Carteret, a été envahie par les dunes; mais ils affleurent sur plusieurs points dans les roches littorales entre Carteret et Portbail. Les ondulations des couches n'ont pas permis d'établir la position que ces calcaires occupent dans la série schisteuse, ni de reconnaître si des calcaires forment plusieurs niveaux.

Les calcaires de Carteret sont en partie organogènes, mais essentiellement oolithiques.

Des lames minces de ces calcaires oolithiques, examinées au microscope, n'ont montré aucune trace de microfaune constituée par des Foraminifères ou des Radiolaires; elles ne montrent non plus aucun débris de Spongiaires ou d'Échinodermes.

---

[1] Séance du 20 avril 1925.

Une variété bréchiforme de ces calcaires renferme de petites masses arrondies, de forme variable, atteignant 4^{mm} à 6^{mm} dans leur plus grande dimension. Au microscope, ces petites masses se montrent constituées par de petits tubes, simples ou dichotomes, à parois très minces, à section circulaire, de $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre. La nature organique de ces petites masses est incontestable ; la couleur brune des parois des tubes permet d'en reconnaître la disposition, mais la cristallisation de la calcite qui les remplit a fait disparaître toute trace de structure, cloisons, planchers ou pores qui ont pu exister. Il est donc impossible de comparer ces organismes à ceux qui ont été signalés dans les calcaires cambriens ou siluriens de diverses régions. Il semble cependant qu'ils ne peuvent être rapprochés ni des *Girvanella* à cause de leur disposition ramifiée, ni des *Solenopora* à cause des petites dimensions des tubes.

Mon attention avait été appelée par la forme en accolade de sections qu'on rencontre dans les calcaires bréchiformes et par leur ressemblance avec les sections transversales de la carapace des Trilobites.

Après des recherches que l'état des affleurements a rendues longues et difficiles, j'ai pu trouver dans les calcaires des rochers littoraux plusieurs fragments de têtes de Trilobites.

Ces Trilobites sont complètement différents de ceux que l'on connaît dans l'Ordovicien de l'ouest de la France. La forme de la glabelle, la disposition de ses sillons, la présence, en avant des joues fixes, d'un bourrelet s'arrêtant contre la glabelle, l'existence d'un limbe frontal large, relevé sur son bord antérieur, la forme des joues mobiles, prolongées par des pointes génales, les épines des plèvres thoraciques, rattachent ces Trilobites à la famille cambrienne des *Conocoryphœidœ*.

Les Trilobites sont associés à des Archæocyathidés, qui forment dans les calcaires de petits buissons et qui paraissent être assez abondants. Les surfaces altérées des calcaires à *Archœocyathus* permettent de reconnaître la disposition générale et la structure caractéristiques de ces Spongiaires primitifs, et de les rapprocher du genre *Coscinocyathus*.

La faune des calcaires cambriens de la région de Carteret s'augmentera sans doute d'autres formes quand il aura été possible d'étudier d'autres organismes trouvés dans ces calcaires.

Mais la constatation de formes aussi caractéristiques que les *Conocoryphaeidœ* et les *Archœocyathidœ* dans les formations du Massif armoricain est si importante que j'ai cru nécessaire de ne pas différer de la faire connaître.

La faune cambrienne n'était connue jusqu'ici en France que dans la Montagne Noire de l'Hérault, où elle a été découverte en 1888 par Jules Bergeron. C'est la première fois qu'elle est rencontrée en Normandie et en Bretagne dans les couches inférieures au Grès armoricain. Les nombreux géologues qui ont exploré avec tant de soin et de détail les plus anciennes formations de l'ouest de la France avaient vainement cherché jusqu'ici les fossiles caractéristiques du Cambrien dans l'épaisse série de couches qu'à la suite d'Edmond Hébert on classait dans cet étage. L'attribution au Cambrien des assises comprises entre les conglomérats de Clécy et le Grès armoricain se trouve ainsi précisée par des preuves paléontologiques.

D'un point de vue plus général, la constatation de l'existence d'*Archæocyathidæ* dans le Massif armoricain étend encore la vaste répartition de ces remarquables formes cambriennes, décrites d'abord au Canada, puis retrouvées en Écosse, en Espagne, en Sardaigne et en Australie.

PLIS CACHETÉS.

M. E. Estanave demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 23 mars 1908 et inscrit sous le nº 7317.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une *Note sur un procédé de réalisation des photographies intégrales*.

CORRESPONDANCE.

M. E. Brylinski prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Division des Applications de la Science à l'Industrie, par le décès de M. *Rabut*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Mémorial des Sciences mathématiques*. Fascicule II : *Fonctions entières et fonctions méromorphes d'une variable*, par G. Valiron.

2° J. Saidman. *Les rayons ultraviolets en thérapeutique.* (Présenté par M. D. Berthelot.)

3° *Fours électriques et Chimie*, publié sous la direction de Paul Lebeau, avec la collaboration de C. Bedel, A. Damiens, P. Fleury, P. Jolibois, M. Picon, G. Ribaud, H. Weiss. (Présenté par M. P. Appell.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Fonctions quasi analytiques et fonctions entières d'ordre nul.* Note de M. **Gaston Julia.**

On va montrer que, $f(z)$ étant une fonction méromorphe d'une nature très générale, et $\varphi(Z) = \Sigma a_n Z^n$ étant une fonction entière d'ordre nul définie par la croissance de son module, la série $\Sigma a_n f(nz) = F(z)$ définit une fonction quasi analytique, dont la classe dépend de la croissance du module de $\varphi(Z)$, à condition que cette croissance soit assez faible.

1. En supposant la série $F(z)$ indéfiniment dérivable terme à terme, on aura, à l'origine,

$$F^{(p)}(0) = f^{(p)}(0) \times [\Sigma a_n . n^p] = f^{(p)}(0) . \psi^{(p)}(0),$$

en posant

$$\psi(z) = \Sigma a_n e^{nz} = \varphi(e^z).$$

Ceci exige que le rayon de convergence de $\varphi(Z)$ soit $\geqq 1$ et que la série $\Sigma a_n . n^p$ converge pour tout entier p, lorsque ce rayon est $= 1$. Si, pour abréger, l'un des pôles de $f(z)$ est plus voisin que tous les autres de l'origine, on aura $Ap > |f^{(p)}(0)|^{\frac{1}{p}} > Bp$, A et B étant deux constantes positives convenables, et pour que $F(z)$ soit quasi analytique en 0, il faudra que l'on ait, pour tout entier p, $|\psi^{(p)}(0)|^{\frac{1}{p}} < \mu(p)$, la série $\sum \frac{1}{p\mu(p)}$ étant divergente, et cette condition suffira. Si, d'autre part, $|\psi^{(p)}(0)|^{\frac{1}{p}}$ ne reste pas borné, il sera certain que $F(z)$ *n'est pas analytique en* 0. Pour chaque choix de $\mu(p)$ répondant aux conditions précédentes, on aura une fonction F quasi analytique en 0. On se bornera ici au cas le plus simple, en prenant $\mu(p) = c \log p$ (c const.), ce qu'on va dire s'étendant aussitôt aux classes $\log p . \log_2 p$, $\log p . \log_2 p . \log_3 p$, ...

D'abord, $\psi(z)$ *devra être entière*, puisque alors $\sum \frac{\psi^{(p)}(0)}{p!} z^p$ converge quel que soit z. $\varphi(Z)$ *devra donc être entière*. Pour que $|\psi^{(p)}(0)|^{\frac{1}{p}}$ restât borné, il

faudrait que $|\psi(z)| < e^{\alpha|z|}$, pour une certaine constante α et quel que soit z; on en déduirait $|\varphi(Z)| < \beta|Z|^{\alpha}$ et φ ne pourrait être qu'un polynome. F ne peut être analytique en O que si tous les a_n sont nuls à partir d'un certain rang. Nous écartons ce cas dans la suite.

Écrivant alors $\psi(z) = \Sigma c_p z^p$ on aura $\sqrt[p]{|c_p|} < [\lambda p(\log p)^{-1}]^{-1}$, λ étant constante, et il résulte des travaux de M. Lindelöf sur la liaison entre les coefficients de Taylor d'une fonction entière $\psi(z)$ et le maximum de son module que $|\psi(z)| < e^{cr\log r}$ pour $|z| \leq r$.

On en déduit aussitôt

$$|\varphi(Z)| < e^{c'\log R \log_2 R} \qquad \text{pour } |Z| \leq R$$

[c et c' sont des constantes].

$\varphi(Z)$ est donc une *fonction entière d'ordre nul* par laquelle le maximum M(R) du module pour $|Z| \leq R$ satisfait à l'inégalité

$$\frac{\log M(R)}{\log R} < c' \log_2 R.$$

Inversement, si $\varphi(Z)$ satisfait à cette inégalité, on aura bien l'inégalité voulue pour c_p. La condition nécessaire est suffisante. F(z), quasi analytique en O, admet O pour point singulier essentiel de Weierstrass.

2. Si, dans un angle d'ouverture 2θ, de bissectrice Ou, $f(z)$ n'a pas de pôle, et si dans cet angle, on a $|f(z)| < Ar^{\lambda}$ pour $|z| \leq r$, A et λ constantes entières positives, on peut évaluer une limite supérieure de $F^{(p)}(x)$ sur tout segment Or_0 de Ou, de la manière suivante. On enferme Or_0 dans le contour C_n limité par les deux côtés de l'angle, l'arc d'ouverture 2θ, de centre O, de rayon $r_1 > r_0$ compris entre ces côtés, l'arc de centre O, de rayon $\frac{r_2}{n}$, d'angle au centre $2\pi - 2\theta$, limité aux deux côtés de l'angle, et extérieur à cet angle; on applique la formule de Cauchy à C_n, x étant sur Or_0 (extrémités comprises)

$$\frac{d^p}{dx^p}[f(nx)] = \frac{p!}{2\pi i}\int_{C_n} \frac{f(nz)\,dz}{(z-x)^{p+1}},$$

d'où l'on déduit

$$\left|\frac{d^p}{dx^p}[f(nx)]\right| < A_0 p!\, n^{\lambda+p+1} \frac{1}{r_2^{p+1}(\sin\theta)^{p+1}}$$

et, en sommant,

$$|F^{(p)}(x)|^{\frac{1}{p}} < A_1 p\, |\Psi^{(p+\lambda+1)}(0)|^{\frac{1}{p}} \qquad (A_0 \text{ et } A_1 \text{ constantes positives}),$$

en posant

$$\Psi(z) = \Sigma |a_n| e^{n z} = \Phi(e^z) \quad \text{et} \quad \Phi(Z) = \Sigma |a^n| Z^n.$$

Choisissons la fonction φ de façon que sa majorante Φ satisfasse à l'inégalité (voir n° 1)

$$\log \Phi(R) < C' \log R \log_2 R \quad (C' \text{ constante});$$

on en déduira

$$|\Psi(z)| < e^{Cr \log r} \quad \text{pour } |z| \leq r \quad \text{et} \quad |\Psi^{(p)}(o)|^{\frac{1}{p}} < k \log p;$$

d'où

$$|F^{(p)}(x)|^{\frac{1}{p}} < \mathcal{A} p \log p \quad (\text{quel que soit } x \text{ sur } Or_0).$$

F, *analytique en tout point intérieur à l'angle, non analytique en* O *est quasi analytique sur* Or_0 *et de classe* $p \log p$.

3. J'ai pu élargir les hypothèses de 2, soit en supposant Ou limite de pôles de $f(z)$, soit en supposant $|f(z)| < V(r)$, dans l'angle, pour $|z| \leq r$, $V(r)$ fonction non décroissante positive quelconque de r.

Une analyse analogue à celle de 2 montre, dans cette dernière hypothèse, que si l'on considère $\Phi_1(Z) = \Sigma |a_n| V(nr_2) Z^n$, et si l'on a

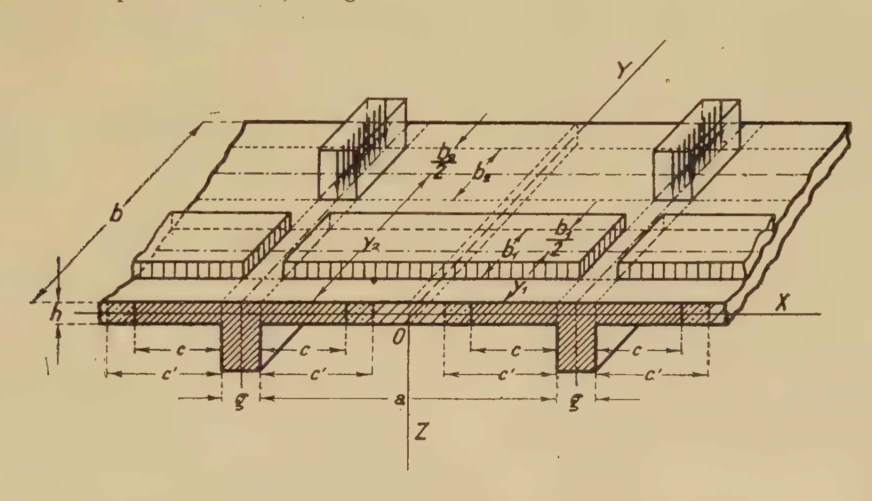
$$\text{og} \Phi_1(R) < K \log R \log_2 R \quad (K = \text{const.}),$$

$F(x)$ sera quasi analytique sur Or_0 et de classe $p \log p$. A chaque classe quasi analytique correspond une classe de fonctions entières d'ordre nul, définie par la croissance du module.

On peut remarquer que, $f(z)$ étant fixée, $F(z)$ n'est susceptible d'être représentée par $\Sigma a_n f(nz)$ que *d'une seule manière*, car les $F^{(p)}(o)$ déterminent les $\psi^{(p)}(o)$, et par suite $\psi(z)$ et $\varphi(Z)$ d'une manière unique, c'est-à-dire que *les* a_n *sont déterminés d'une manière unique pour une* $F(z)$ *donnée*. La loi de décroissance des a_n résulte de celle qui règle la croissance de $\Phi(R)$ ou $\Phi_1(R)$. *Lorsque* $f(z)$ *est entière*, des circonstances nouvelles surgissent, sur lesquelles on reviendra ailleurs, et qui sont liées à l'étude que M. de la Vallée Poussin a faite des séries de Fourier des fonctions quasi analytiques de variable *réelle*. [Ces séries se présentent ici lorsqu'on fait $f(z) = e^z$.] Mais on ne peut, avec $f(z)$ entière, obtenir des fonctions quasi analytiques de variable *complexe*, car si la série $\Sigma a_n f(nz)$ converge alors uniformément sur un contour, elle converge à l'intérieur et sa somme est analytique. On peut cependant obtenir des fonctions quasi analytiques *sur une droite issue de* O, la série étant convergente et indéfiniment dérivable d'un côté de la droite et sur la droite, divergente de l'autre côté, et représentant du côté de la convergence une fonction holomorphe qui devient quasi analytique sur la droite frontière.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la flexion d'un hourdis nervuré.*
Note de M. M.-T. **Huber**, présentée par M. Mesnager.

Par suite de la liaison intime qui existe entre les nervures et les hourdis, ceux-ci jouent un rôle double : 1° comme plaques soumises à la flexion générale et encastrées par les côtés b dans les nervures constituant une base déformable; 2° comme partie comprimée de la poutre en forme de T, fléchie dans un plan vertical sous la charge symétrique par rapport à ce plan et représentée sur la figure.



Connaissant la distribution des pressions correspondantes, on pourrait compter une largeur c équivalente aux hourdis de chaque côté des nervures, à condition que le travail de la flexion de la poutre fictive en T soit strictement égale au travail effectif de la flexion des nervures et de la compression des hourdis. Nous appellerons $2c$ ($\leq a$) *la largeur coopérative théorique.* Cette largeur cependant n'est pas identique avec la largeur $2c'$, qu'on devrait prendre en compte dans le calcul pratique des plus grands efforts effectifs en se basant sur les formules des pièces fléchies; car le travail élastique total contient aussi le travail de la flexion générale des hourdis. Nous appellerons $2c'$ *la largeur coopérative pratique.*

Dans la présente Note nous considérerons c comme une donnée et nous indiquerons le moyen de déterminer les flexions des hourdis et des nervures, ce qui amènera d'une façon indirecte à déterminer c'.

L'énergie potentielle de la flexion d'une plaque nervurée de différentes

rigidités de flexion B_1 et B_2 dans les directions X et Y est définie par l'expression

$$(1)\qquad V = \frac{1}{2}\int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}}\int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}}\left[B_1\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)^2 + B_2\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)^2 + (B_1\eta_2 + B_2\eta_1)\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 4C\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y}\right)^2\right]dx\,dy + \frac{1}{2}\int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} B_0\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)^2_{x=\pm\frac{a}{2}} dy.$$

Ici $B_0 = B_r + 2ce^2 EA_2$ définit la rigidité de flexion de la poutre en T qui a pour largeur $2c+g$; e est la distance du plan neutre (de la plaque) à l'axe neutre de cette poutre fictive.

Pour la surface élastique nous acceptons suivant la solution trouvée antérieurement dans le cas des côtés b encastrés sur une base plane indéformable l'équation

$$(2)\qquad w = \frac{4gb^4}{\pi^5 B_2}\sum_{n=1,2,3\ldots}\frac{(nb_1y_1)}{n^5}\left[1 - \frac{\omega_n}{\beta_{an}-\alpha_{an}}\left(\beta\frac{\operatorname{Ch}\frac{nx}{\beta}}{\operatorname{Sh}\frac{na}{2\beta}} - \alpha\frac{\operatorname{Ch}\frac{nx}{\alpha}}{\operatorname{Sh}\frac{na}{2\alpha}}\right)\right]\sin\frac{n\pi y}{b},$$

les coefficients ω_n étant indéterminés. Cette expression, comme on peut s'en convaincre facilement, satisfait aux conditions aux limites, en posant pour abréger

$$(nb_iy_i) = \sin\frac{n\pi}{2}\frac{b_i}{b}\sin\frac{n\pi y_i}{b},$$

$$\alpha_{an} = \alpha\coth\frac{na}{2\alpha},\qquad \beta_{an} = \beta\coth\frac{na}{2\beta};$$

$$\left.\begin{matrix}\alpha\\ \beta\end{matrix}\right\} = \frac{b}{\pi\sqrt{B_2}}\sqrt{H\mp\sqrt{H^2 - B_1B_2}};\qquad 2H = B_1\eta_2 + B_2\eta_1 + 4C.$$

Ensuite nous avons déterminé les ω_n par la condition du *minimum* de l'énergie potentielle totale du système considéré sous la forme

$$(3)\qquad \omega_n = \left[\frac{B_0}{B_2} - \frac{(nb_2y_2)}{(nb_1y_1)}\frac{g'}{g}\right] : \left[\frac{B_0}{B_2} + \frac{2}{n}\frac{\beta^2-\alpha^2}{\beta_{an}-\alpha_{an}}\right].$$

Pour contrôler les résultats, nous avons substitué l'expression (2), avec les valeurs (3) pour ω_n, dans l'équation différentielle de la surface élastique des hourdis :

$$B_1\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H\frac{\partial^4 w}{\partial x^2\,\partial y^2} + B_2\frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y)$$

et nous avons constaté qu'elle convient pour la charge supposée ci-dessus.

Connaissant la surface élastique des hourdis, nous trouverons facilement la répartition des efforts dans le système considéré.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Orkisz (1925 c) faites à l'Observatoire de Besançon, équatorial Coudé.* Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates 1925.	Temps moyen de Besançon.	ΔAR.	ΔP.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
19 avril..	2.37.20	−1.58,24	+2.49,1	9:6	22.42.41,79	$9,677_n$	57.24.57,7	$0,756_n$	1
22 » ..	2.40.24	−1. 7,84	−0.13,9	9:6	22.47. 0,78	$9,697_n$	53.35.32,6	$0,727_n$	2
23 » ..	1.32.17	+0. 6,69	+1. 3,8	9:6	22.48.28,67	$9,682_n$	52.21.15,0	$0,798_n$	3

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★	Gr.	AR 1925,0.	Réduction au jour.	P 1925,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1......	8,5	22.44.40,76	−0.73	57.21.56,7	+11,9	A.G. Leiden 9674
2......	8,5	22.48. 9,30	−0.68	53.35.34,0	+12,5	A.G. Lund 10919
3......	8,6	22.48.22,64	−0,66	52.19.58,5	+12,7	A.G. Lund 10922

Remarques. — Le 22 avril 1925, la comète, estimée de 8e grandeur, a l'aspect d'un amas nébuleux, circulaire, de 5′ de diamètre, avec forte condensation centrale.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *La théorie affine asymétrique du champ électromagnétique et le rayonnement atomique.* Note de M. **H. Eyraud**, présentée par M. Émile Borel.

Nous avons montré (¹) que les grandeurs qui déterminent les états d'un champ électromagnétique et gravifique, recevaient leur interprétation géométrique naturelle dans un espace à connexion affine applicable projectivement et conformément sur un espace de Riemann. Nous nous proposons de montrer que cette théorie du champ n'est pas incompatible avec des

(¹) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 127.

postulats de quanta. Faisons subir à l'éther une déformation de Klein ([1]) définie dans un système déterminé de coordonnées par le champ vectoriel infinitésimal ξ^i. On a pour la déformation d'un tenseur quelconque a^i_k

$$(1)\qquad \delta a^i_k = -\frac{\partial a^i_k}{\partial x^r}\xi^r - a^i_r\frac{\partial \xi^r}{\partial x^k} + a^r_k\frac{\partial \xi^i}{\partial x^r}$$

et en particulier pour la déformation de la densité tensorielle d'action $\mathcal{A}$

$$(2)\qquad \delta\mathcal{A} = -\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial x^r}\xi^r - \mathcal{A}\frac{\partial \xi^r}{\partial x^r} = -\frac{\partial}{\partial x^r}(\mathcal{A}\xi^r),$$

mais on a par définition même des densités ([2])

$$(3)\qquad \delta\mathcal{A} = \frac{1}{2}\mathcal{G}^{ik}\,\delta K_{ik} + \frac{1}{2}\mathcal{H}^{ik}\,\delta E_{ik} + \mathcal{E}^i\,\delta\Lambda_i$$

substituons aux différentielles leurs expressions tirées de (1); il vient

$$(4)\qquad \xi^r\left(\frac{\partial \mathcal{A}}{\partial x^r} - \frac{1}{2}\mathcal{G}^{ik}\frac{\partial K_{ik}}{\partial x^r} - \frac{1}{2}\mathcal{H}^{ik}\frac{\partial E_{ik}}{\partial x^r} - \mathcal{E}^i\frac{\partial \Lambda_i}{\partial x_r}\right) + \frac{\partial \xi^p}{\partial x^r}(\mathcal{A}\varepsilon^r_p - \mathcal{G}^{ir}K_{ip} - \mathcal{H}^{ir}E_{ip} - \mathcal{E}^r\Lambda_p) = 0,$$

et comme on peut choisir arbitrairement en un point donné ξ^r et $\frac{\partial \xi^p}{\partial x^r}$ les parenthèses sont nulles séparément, si donc on pose

$$(5)\qquad \mathcal{S}^r_p = \mathcal{H}^{ir}E_{ip} - \frac{1}{n}\varepsilon^r_p\mathcal{H}^{ik}E_{ik}$$

pour représenter la densité d'énergie électromagnétique ([3]) il viendra

$$(6)\qquad -\mathcal{S}^r_p = \left(\mathcal{G}^{ir}K_{ip} - \frac{1}{n}\varepsilon^r_p\mathcal{G}^{ik}K_{ik}\right) + \mathcal{E}^r\Lambda_p - \frac{1}{n}\varepsilon^r_p\mathcal{E}^i\Lambda_i.$$

Nous avons donné d'autre part une expression de l'énergie totale ([4]), nous pouvons la compléter par un terme cosmologique convenable; nous l'écrivons en changeant son signe

$$(7)\qquad -\mathcal{T}^r_p = \mathcal{G}^{ir}K_{ip} - \frac{1}{2}\varepsilon^r_p\mathcal{G}^{ik}K_{ik} + \lambda\sqrt{g}\left(\frac{n}{2} - 1\right)\varepsilon^r_p$$

([1]) H. Weyl, *Raum, Zeit, Materie*, 4e édition, § 35, p. 163. — Pauly, *Encykl. der Math. Wiss.*, B. V_2, Heft 4, p. 617 et 765.

([2]) *Comptes rendus*, *loc. cit.*, éq. (6), (7), (21 *bis*). Dans (21 *bis*) et (19), on peut abandonner le facteur numérique $\frac{1}{2(n-1)}$ qui ne joue aucun rôle essentiel.

([3]) Weyl, *loc. cit.*, § 20, p. 150, éq. (22[1]).

([4]) *Comptes rendus*, *loc. cit.*, éq. (21).

de manière qu'elle s'annule identiquement en l'absence de manifestation électromagnétique. Cette énergie totale comprend non seulement l'énergie du champ électromagnétique et l'énergie électronique, mais encore une énergie complémentaire

$$\mathfrak{L}_p^r = \mathfrak{T}_p^r - \mathfrak{s}_p^r - \mathfrak{S}^r \Lambda_p = \varepsilon_p^r \left[\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{n} \right) \left(\mathfrak{g}^{ik} K_{ik} - \lambda n \sqrt{g} \right) - \frac{1}{n} \mathfrak{S}^i \Lambda_i \right] \tag{8}$$

qui ne diffère que par un scalaire multiplicatif de la densité métrique fondamentale. Cette énergie de cohésion disparaît dans un champ électriquement vide; elle existe dès qu'apparaît un champ électromagnétique ou un courant. Dans le cas d'un champ gravifique pur, Λ ne dépend que des K_{ir} et les équations du champ se réduisent à

$$K_{ir} = \lambda g_{ir}, \tag{9}$$

c'est-à-dire aux équations de gravitation dans un univers vide de constante cosmologique λ. La fonction d'action se réduit, à un facteur constant près, à la racine carrée du déterminant des K_{ir}. Dans le cas général il faudra former le déterminant des éléments

$$K_{ir} + x E_{ir} + y \Lambda_i \Lambda_r;$$

en le développant on aura une forme de degré n en x, y; les coefficients de cette forme seront des carrés de densités tensorielles, il en sera de même de toute combinaison linéaire de ces coefficients. Les racines carrées de ces expressions, qu'on peut encore combiner linéairement entre elles, constituent des fonctions d'action possibles. Choisissons pour fixer les idées

$$\mathcal{A} = \lambda^{1-\frac{n}{2}} \sqrt{|K_{ik} + E_{ir} + \mu \Lambda_i \Lambda_r|}. \tag{10}$$

Nous pouvons concevoir une infinité d'univers distincts; chacun d'eux sera caractérisé par sa constante cosmologique λ et sa constante électronique μ. Nos connaissances sur la structure granulaire de la matière nous conduisent à introduire un premier postulat.

I. Les constantes caractéristiques $\lambda\mu$ ne peuvent prendre qu'une série discrète de valeurs. L'équation (9) nous suggère que la constante cosmologique du vide doit être extrêmement petite, ou nulle, tandis que les univers atomiques sont au contraire à courbure énorme et correspondent à des λ extrêmement grands. Quant à la constante μ, elle n'est différente de zéro que si l'univers considéré est un électron ou un noyau atomique.

II. Aucun univers, sauf peut-être l'électron et le noyau atomique, n'est

un champ pur déterminé par la fonction (10). Il est sillonné de sous-univers (atomes, sous-atomes, électrons); dès lors l'étude complète d'un univers déterminé exige qu'on ajoute au terme (10) les résidus d'action relatifs aux sous-univers en question. Dans le vide ces résidus d'action se rapportent à la matière et à l'électricité qui jouent alors le rôle de substances étrangères au champ [1]; mais en étendant l'hypothèse à l'intérieur de l'atome et à la série des sous-atomes qui peuvent se trouver emprisonnés les uns dans les autres, on peut concevoir le processus suivant pour le rayonnement atomique.

III. Le rayonnement atomique est caractérisé par une discontinuité de la constante cosmologique, avec continuité des grandeurs d'intensité. Une telle discontinuité correspondrait à une explosion dans le vide d'un atome de rang donné, ou à une soudaine matérialisation d'une portion d'énergie concentrée sur un atome, ou à une somme algébrique de ces processus élémentaires. Au moment d'une explosion le tenseur énergétique

$$K_{ir} - \lambda g_{ir} - \frac{1}{2} g_{ir} g^{pq} (K_{pq} - \lambda g_{pq})$$

se transmet intégralement au vide, et sa composante électromagnétique obéit alors à la loi de propagation dans le vide.

La radioactivité pourrait s'interpréter comme l'explosion dans le vide de l'atome du premier ordre; les atomes du second ordre qu'il contient deviennent alors libres dans le vide; il se pourrait dès lors que la loi de discontinuité de λ, sur laquelle nous ne savons rien, se ramène à une loi statique.

PHYSIQUE. — *Les tensions superficielles; interprétation de la relation d'Eötvös.* Note de M. **Léon Brillouin**, présentée par M. M. Brillouin.

1. Eötvös a indiqué en 1886 une curieuse loi empirique : Si A est la constante capillaire d'un liquide (au contact de sa vapeur), et V_m le volume moléculaire, le produit $-\frac{\partial A}{\partial T} V_m^{\frac{2}{3}}$ est une constante; pour des liquides très variés, la valeur de cette constante est comprise entre 2,1 et 2,25 C. G. S.

---

(1) Weyl, *loc. cit.*, § 26, p. 194.

Les recherches théoriques faites jusqu'à présent [1] pour interpréter cette loi ne sont guère satisfaisantes.

Cet insuccès tient à ce que l'on n'a pas su comment analyser l'agitation thermique des molécules de la couche superficielle. On ne peut considérer l'une de ces molécules isolément, mais on doit tenir compte des réactions mutuelles entre molécules voisines. Dès qu'on déplace une molécule, on crée une onde superficielle qui se propage en tous sens. Si l'on veut analyser le mouvement d'agitation de la surface, c'est en ondes de capillarité qu'il faut le décomposer, tandis que les ondes de compression (se propageant avec la vitesse du son) représentent l'agitation interne du liquide.

La vitesse de propagation W des ondes de capillarité augmente avec fréquence; la théorie élémentaire, qui suppose les deux milieux incompressibles, conduit à l'expression

$$W=\left(\frac{2\pi A\nu}{\rho_1+\rho_2}\right)^{\frac{1}{3}}, \tag{1}$$

ρ_1 et ρ_2 étant les densités du liquide (1) et de la vapeur (2).

Une théorie plus complète, tenant compte des compressibilités, montre que la formule (1) est applicable tant que la vitesse W est notablement inférieure aux vitesses du son V_1 et V_2 dans les deux milieux; la formule rigoureuse conduit à une vitesse qui, pour les très grandes fréquences, tendrait asymptotiquement vers la plus petite des vitesses V_1 et V_2, c'est-à-dire V_2; nous serons, d'ailleurs, conduits à introduire une limitation des fréquences (§ 2) qui interviendra avant que la formule (1) cesse d'être valable; il ne pourrait y avoir un écart notable qu'au voisinage du point critique, et l'on sait que la formule d'Eötvös cesse alors d'être applicable.

Ces ondes de capillarité mettent en mouvement les molécules superficielles et celles de l'intérieur du liquide, mais on vérifie que la pénétration est très faible aux hautes fréquences; pour la presque totalité du spectre de fréquences que nous envisagerons, la pénétration est inférieure à la distance moléculaire.

2. Soit S_m la surface occupée par une molécule-gramme du liquide, répandue sous forme de couche monomoléculaire; le nombre de molécules par unité de surface est $\frac{N}{S_m}$, N étant le nombre d'Avogadro; chaque

[1] En dehors de travaux anciens (Eötvös, Ramsay, Verschaffelt, etc.) il faut citer deux articles de Madelung, puis M. Born et R. Courant (*Phys. Zeits.*, 14, 1913, p. 729 et 731).

molécule ayant 3 degrés de liberté, nous aurons $\frac{3N}{S_m}$ degrés de liberté par unité de surface.

Appliquant à ce problème la méthode indiquée par Debye [1] nous limiterons les fréquences du côté des hautes fréquences de manière à obtenir ce même nombre de degrés de liberté; chacun d'eux prend, à la température ordinaire, une énergie kT, et l'énergie d'agitation thermique par unité de surface est

$$(2) \qquad \varepsilon = \frac{3N}{S_m} k T = \frac{3RT}{S_m}.$$

Cette énergie est répartie entre les ondes de capillarité qui représentent l'agitation moléculaire superficielle, et dont les fréquences vont de o à une certaine limite supérieure ν_e, avec accumulation vers la limite ν_e. Ces ondes exercent, sur une ligne limitant la surface libre, une sorte de pression de radiation; l'effort exercé, par unité de longueur de la ligne, et pour des ondes complètement diffusées, est

$$(3) \qquad \varpi = \frac{W_g}{W} \frac{\varepsilon}{2} = \frac{3}{4} \varepsilon.$$

W_g représente la vitesse de groupe $\frac{d\nu}{d\left(\frac{\nu}{W}\right)}$; la formule (1) donne $W_g = \frac{3}{2} W$.

L'effort de radiation ainsi obtenu vient diminuer la tension superficielle statique A_0, telle qu'on l'obtiendrait en l'absence de toute agitation thermique; le coefficient de tension superficielle, à la température T, sera donc

$$(4) \qquad A_T = A_0 - \frac{3}{4} \varepsilon = A_0 - \frac{9R}{4S_m} T.$$

Nous arrivons à la relation suivante

$$(5) \qquad -\frac{\partial A}{\partial T} S_m = \frac{9}{4} R = \text{const.}$$

qui ressemble de très près à la loi d'Eötvös.

3. Pour préciser la comparaison, appelons d la distance moyenne des molécules dans le liquide, définie par la relation $N d^3 = v_m$.

Soit δ la distance moyenne des molécules qui composent la couche superficielle monomoléculaire, définie par la condition $N \delta^2 = S_m$.

---

[1] P. Debye, *Ann. der Phys.*, 39, 1912, p. 798.

Si nous admettons que ces deux distances d et δ sont égales, nous obtenons la condition

$$d = \delta, \qquad S_m = N^{\frac{1}{3}} v_m^{\frac{2}{3}}.$$

La relation (5) s'écrit alors

$$-\frac{\partial A}{\partial T} v_m^{\frac{2}{3}} = \frac{9}{4} R N^{-\frac{1}{3}}. \tag{6}$$

Admettons les valeurs numériques $R = 8,31.10^7$ et $N = 61.10^{22}$, nous trouvons, pour le coefficient numérique de la formule (6), la valeur 2,2, en parfaite concordance avec les nombres expérimentaux. Ce résultat ne peut être qu'approché, mais il montre que les hypothèses faites sont admissibles et, en particulier, que l'on peut considérer la couche superficielle comme monomoléculaire, les distances des molécules dans cette couche différant très peu des distances au sein du liquide; la distance moyenne de la couche superficielle à la seconde couche de molécules peut être notablement différente, et n'intervient pas dans le calcul.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le potentiel explosif dans l'anhydride carbonique aux pressions élevées.* Note (¹) de MM. **C.-E. Guye**, **P. Mercier** et **J.-J. Weiglé**, présentée par M. Daniel Berthelot.

Nous présentons dans cette Note les chiffres définitifs qui résultent d'un ensemble de déterminations expérimentales que nous avons effectuées depuis plusieurs années sur le potentiel explosif dans l'anhydride carbonique aux pressions élevées.

Toutes les données qui figurent dans le tableau ci-après sont réduites à une même température (24°), et cela en faisant subir aux chiffres expérimentaux une petite correction par application de la loi de Paschen; elles sont en outre relatives au cas où le champ peut être envisagé comme uniforme, par élimination de la perturbation résultant de l'inégale répartition des ions entre les électrodes.

(¹) Séance du 2 avril 1925.

Électrodes hémisphériques en cuivre de 15mm de diamètre (ionisation accessoire par rayons X).

V = potentiel explosif en volts;

d = distance explosive en millimètres;

p = pression en atmosphères;

δ = densité de CO^2 (la densité à 0° et 1atm étant prise pour unité);

pd et δd, produits de la distance explosive respectivement par la pression et la densité.

d.	*p.*	*pd.*	δ.	δ*d.*	V.
0,5	10	5,00	9,75	4,87	14275
0,5	15	7,50	15,05	7,52	20000
0,5	20	10,00	20,7	10,35	25450
0,5	25	12,50	26,8	13,4	30600
0,5	30	15,00	33,3	16,65	35800
0,5	35	17,50	40,6	20,3	40900
0,5	40	20,00	48,7	24,35	46025
1	5	5,00	4,75	4,75	14800
1	10	10,00	9,75	9,75	25950
1	15	15,00	15,05	15,05	36850
1	20	20,00	20,70	20,70	47725
2	1	2,00	0,92	1,84	7100
2	2	4,00	1,9	3,8	11800
2	3	6,00	2,85	5,7	16000
2	4	8,00	3,8	7,6	20100
2	5	10,00	4,75	9,5	24200
2	6	12,00	5,75	11,5	28400
2	8	16,00	7,7	15,4	37150
2	10	20,00	9,75	19,5	45700
2	12	24,00	11,85	23,7	54300
3	1	3,00	0,92	2,76	10025
3	2	6,00	1,9	5,7	16850
3	3	9,00	2,85	8,55	22825
3	4	12,00	3,8	11,4	28750
3	5	15,00	4,75	14,25	35100
3	6	18,00	5,75	17,25	41450
3	8	24,00	7,7	23,1	54000
4	1	4,00	0,92	3,68	12525
4	2	8,00	1,9	7,6	21125
4	3	12,00	2,85	11,4	29550
4	4	16,00	3,8	15,2	38025
4	5	20,00	4,75	19,0	46300
4	6	24,00	5,75	23,0	54800
5	1	5,00	0,92	4,6	14525
5	2	10,00	1,9	9,5	25050
5	3	15,00	2,85	14,25	35500
5	4	20,00	3,8	19,0	45900
5	5	25,00	4,75	23,75	56350

Nous ne revenons pas ici sur les considérations théoriques relatives au champ moléculaire et au champ de choc qui ont été exposées ailleurs et seront développées ultérieurement dans un Mémoire d'ensemble.

MAGNÉTISME. — *Sur une anisotropie magnétique artificielle du nickel. Les grands phénomènes de discontinuité.* Note de M. **R. Forrer.**

En recevant dans un téléphone les courants induits produits par l'aimantation progressive d'une substance, amplifiés au moyen de lampes triodes, Barkhausen ([1]) a découvert les discontinuités de l'aimantation. Van der Pol ([2]) a compté pour un échantillon de fer 6500, et pour un ferronickel 5000 de ces discontinuités par centimètre cube, toutes du même ordre de grandeur. En outre, il a reconnu que le nickel permet d'entendre, même sans amplificateur, des discontinuités bien distinctes.

J'ai répété cette expérience sans amplificateur et ai constaté à mon tour qu'on entend au téléphone les discontinuités de l'aimantation d'un fil de nickel ordinaire. Par contre, avec le même fil étiré, les chocs ont presque complètement disparu. Mais si l'on courbe et redresse ce fil étiré, les discontinuités réapparaissent et sont mêmes *beaucoup plus fortes* que pour le fil à l'état primitif.

Pour voir si cette grande différence acoustique entre le nickel étiré et le nickel étiré et courbé s'exprime aussi par la courbe d'aimantation, j'ai relevé les cycles avec un magnétomètre. Les figures 1 et 2 donnent les cycles déterminés par points pour deux échantillons caractéristiques, dans diverses limites du champ. Le cycle du nickel étiré jusqu'à la rupture (*fig.* 1) est très large, mais ne présente aucune irrégularité. Dans celui du nickel étiré, courbé (autour d'un cylindre de 9^{mm}) et redressé (*fig.* 2) on rencontre aux points S une variation brusque de l'aimantation d'une grandeur inattendue (une fraction importante de l'aimantation maxima).

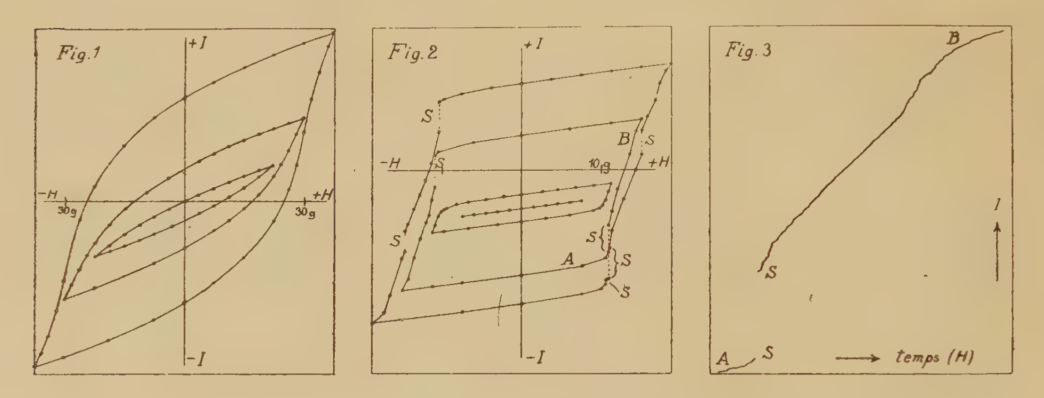
J'ai déterminé à plus grande échelle la partie caractéristique AB (*fig.* 2) de ces courbes au moyen d'un magnétomètre à indication rapide (d'oscillation simple $0^s,1$, amortissement critique). La variation progressive du champ magnétisant est obtenue par le refroidissement d'une bobine de fil de fer préalablement chauffée, placée dans le circuit du courant magné-

---

([1]) *Physik. Zeitschr.*, 20, 1919, p, 401.

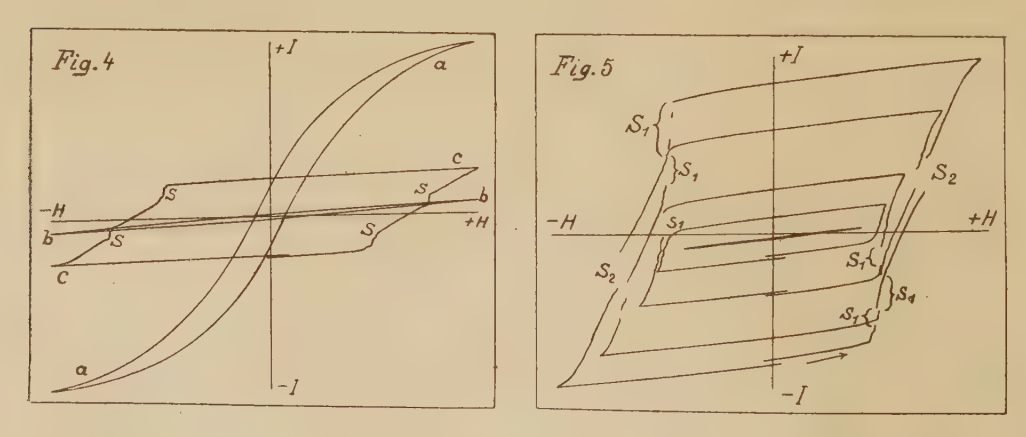
([2]) *Proc. Akad. Amsterdam*, 23, 1920, p. 637.

tisant. Un point lumineux trace la courbe sur du papier photographique. Le résultat (*fig*. 3, copie de la photographie) confirme le caractère singulier de ce nouvel état du nickel : l'aimantation varie d'une façon très irrégulière,



par échelons, et au commencement de la partie ascendante, en SS (*fig*. 3), il y a un saut si brusque que le point lumineux n'a pas le temps de marquer.

Pour étudier exactement le cycle tout entier j'ai modifié les appareils de manière à donner les abscisses par un ampèremètre mesurant le courant magnétisant. Les variations du champ sont obtenues au moyen d'un inverseur à liquide entraîné par un mouvement d'horlogerie faisant un tour en 58 secondes.



L'axe des abscisses H et l'axe des ordonnées I sont tracés par l'appareil ne contenant pas de substance, ou avec la substance, mais l'ampèremètre étant au zéro.

Dans la figure 4 le point lumineux a tracé, dans les mêmes limites de champ (environ $\pm$ 20 g), les courbes d'aimantation du nickel recuit (*a*), du nickel étiré à la rupture (*b*) (le champ coercitif étant très grand, le petit cycle est presque réversible) et du nickel, courbé et redressé (*c*). On aperçoit deux grands sauts S qui se retrouvent sur l'autre branche de courbe.

La figure 5 donne les cycles de ce fil dans différentes limites de champ. L'aimantation dans le plus petit cycle est réversible avec une grande approximation. Dans le troisième cycle un saut S_1 est apparu. Ce saut se retrouve dans les deux plus grands cycles, mais il s'y ajoute un deuxième saut S_2.

Remarque importante : pendant un grand saut S le champ extérieur ne varie pas, mais le champ démagnétisant (assez important pour un échantillon de $l = 50^{mm}$, $d = 1^{mm}$) augmente. L'accroissement brusque de l'aimantation se fait *malgré la décroissance du champ*. Cela explique pourquoi les grands sauts sont relativement plus petits, pour les fils de grand diamètre à longueur égale, propriété qui a été établie par d'autres expériences.

Les propriétés spéciales du nickel étiré, courbé et redressé sont persistantes; après quelques semaines les cycles n'ont pas changé. Si l'on chauffe pendant quelques secondes à une température supérieure à 1000° les cycles deviennent ceux du nickel recuit ordinaire (*fig.* 4, *a*). Des recuits systématiques de quelques minutes jusqu'à 100°, 200°, etc. ont montré qu'aucune propriété ne change jusqu'à 500°. On peut donc étudier ce nickel spécial jusqu'au Point de Curie situé à 358°. Entre 500° et 700° les grands phénomènes S disparaissent progressivement. Un recuit à 720° environ transforme les propriétés dans celles du nickel recuit. Il se produit sans doute à cette température un réarrangement du réseau cristallin.

Des recherches systématiques m'ont conduit en outre à la découverte d'un état du nickel doué de propriétés magnétiques particulièrement simples.

OPTIQUE. — *Contribution à la réalisation de la photographie intégrale.* Note de M. E. ESTANAVE, présentée par M. A. Cotton.

G. Lippmann a posé le principe d'une nouvelle plaque photographique ayant la propriété d'enregistrer elle-même des images en grand nombre du sujet à photographier et de donner à l'observation directe, par transparence, la représentation du sujet, avec son relief et aussi avec les variations

d'aspect que l'on obtiendrait en déplaçant la tête devant le sujet lui-même ([1]). Pour prendre sa propre comparaison, le sujet doit apparaître derrière la plaque comme si on l'observait à travers une lucarne dont les bords de la plaque constitueraient l'embrasure.

En raison du mode de constitution de l'image observée, à l'aide des nombreux éléments empruntés aux diverses images microscopiques enregistrées, cette plaque idéale avait reçu le nom de plaque « intégrale ».

Je me suis proposé dans cette Note d'indiquer une réalisation *expérimentale* du problème que pose la plaque intégrale : Obtenir la vision d'une photographie unique résultant de la vision simultanée d'éléments de plusieurs photographies, chacune enregistrée par un objectif distinct, et présentant les divers caractères signalés ci-dessus.

Comme je l'indiquais en 1908 ([2]), j'ai constitué un assemblage de 56 loupes stanhopes juxtaposées. Chacune de ces loupes a un foyer d'environ 9^{mm}, et une base carrée de 3^{mm} de côté, qui est le plan focal de la lentille.

Ces loupes sont assemblées par leurs faces latérales et constituent un bloc dont la face antérieure est formée par les portions lenticulaires, la face postérieure du bloc, étant plane, est constituée par les faces planes de chaque loupe.

Chacune d'elles, noircie sur les faces latérales et convenablement diaphragmée, est une petite chambre photographique.

J'ai appliqué sur la surface plane du bloc une plaque photographique ordinaire et après avoir découvert la face antérieure du bloc devant le sujet à photographier, j'ai enregistré sur la plaque 56 images du sujet. Ces images négatives, développées et fixées par la méthode ordinaire, constituent un *damier* de 56 cases carrées.

En reportant cette plaque contre la face postérieure du bloc, dans la position exacte qu'elle avait dans le tirage, en regardant par transparence du côté lenticulaire des loupes, on observe une image *unique* qui paraît localisée derrière la plaque et se déplace soit par rapport aux bords de la plaque, soit par rapport à l'image d'objets situés à des distances différentes, suivant l'orientation de l'œil.

([1]) *Comptes rendus*, 146, 1908, p. 446-451.

([2]) Pli cacheté enregistré par l'Académie le 23 mars 1908, n° 7317. [Ce pli a été ouvert dans la présente séance (p. 1239) et son contenu a été reconnu conforme au texte de la Note ci-dessus. E. P.]

L'œil puise dans chacune des loupes l'élément de l'image complète placée derrière qui lui est nécessaire pour constituer *par raccordement* l'image unique qui apparaît alors derrière la plaque en grandeur naturelle.

En outre on peut, en éclairant la plaque par le recto, retrouver en projection sur un écran l'image unique du modèle photographié. Les diverses images données par les loupes se superposent sans confusion sur l'écran et reconstituent le sujet. En obturant quelques-unes des loupes et laissant travailler les autres, on retrouve encore l'image sur l'écran. Il en résulte que le bloc des loupes fonctionne comme un objectif unique.

Je signalerai en terminant que le bloc des loupes constitue non seulement une vérification expérimentale de la propriété fondamentale de la plaque intégrale, mais rappelle aussi d'une façon encore bien grossière, il est vrai, l'œil de l'insecte dont il était question dans la Communication de G. Lippmann. J'en ai d'ailleurs obtenu une réalisation plus parfaite en prenant des loupes cylindriques de plus petites dimensions. L'objectif ainsi constitué a une circonférence de $1^{cm},5$ de rayon et contient 95 de ces loupes.

PHYSIQUE. — *Sur les rayons bêta produits dans l'air par des rayons X homogènes de courte longueur d'onde.* Note de M. H. **Ikeuti**, présentée par M. M. de Broglie.

L'appareil employé était une chambre à détente de Wilson de 12^{cm} de diamètre et $3^{cm},9$ de hauteur, munie des perfectionnements apportés par M. Auger. Un tube Coolidge à anticathode de tungstène, immergé dans l'huile et contenu dans une boîte de plomb de 2^{cm} d'épaisseur, était excité par une bobine d'induction pouvant donner 40^{cm} d'étincelle. Un faisceau de rayons X issu de cette ampoule tombait normalement sur un cristal de sel gemme de 6^{mm} d'épaisseur; un système convenable de fentes et d'écrans permettant d'isoler une radiation approximativement monochromatique contenant les rayons K du tungstène; la chambre contenait de l'air atmosphérique, qui subissait une détente de 1,34 en partant d'une température d'environ 18°.

Dans ces conditions, de nombreuses photographies stéréoscopiques ont été obtenues et leur examen a donné lieu aux conclusions suivantes :

Longueur des trajectoires. — Les rayons bêta sont de deux types très nettement différents, des électrons à grande vitesse provenant de l'effet photoélectrique normal (photo-électrons) et des électrons à faible vitesse désignés par C.-T.-R. Wilson, sous le nom de fish tracks et sphère tracks.

Trajectoires des photo-électrons. — La moyenne des longueurs des trajectoires obtenues avec des rayons X de longueur d'onde 0,21 U. Å., dans l'air à la pression finale de 570^{mm} de mercure, était de 76^{mm}, ce qui, toutes corrections faites, conduit à un nombre compris entre 57 et 65^{mm} à 18° C. et 760^{mm} de mercure. La loi de Whiddington extrapolée à partir des données de Wilson indique une valeur un peu supérieure atteignant 67^{mm}.

Trajectoires des électrons à faible vitesse. — Toujours avec $\lambda = 0{,}21$ U.Å., la longueur maxima des fish tracks était comprise entre $3^{mm},3$ et $3^{mm},7$. Wilson avait obtenu des valeurs maxima de fish tracks égales à $0^{mm},4$ et $1^{mm},5$ produites en même temps que des photos-électrons de $1^{cm},5$ et 3^{cm}. Si ces petites trajectoires étaient dues à l'émission d'électrons provenant d'un anneau J de l'atome d'un même constituant de l'air, la différence d'énergie de ces petites trajectoires devrait être égale à la différence des quanta d'énergie des radiations primaires.

En employant les données de Wilson et la loi de Whiddington on obtient, pour les trajectoires citées plus haut, environ 4000, 8000 et 12000 volts, tandis que les radiations primaires équivalent à 25000, 36000 et 59000 volts, les différences d'énergie des trajectoires ne correspondent donc pas aux différences de quanta des rayons excitateurs. Les fish tracks ne paraissent donc pas dues à des électrons J, mais à un nouveau type de radiation, résultat auquel sont déjà arrivés Wilson, Bothe et d'autres auteurs.

A. H. Compton a donné une formule pour calculer l'énergie des électrons de recul provenant de la diffusion des rayons X. On peut ainsi calculer, pour la longueur maxima des trajectoires de recul correspondant à $\lambda = 0{,}21$ U.Å., une valeur de $2^{mm},9$, un peu inférieure à celle que j'ai trouvée expérimentalement.

Les longueurs des trajectoires de recul calculées par l'expression de Compton donnent des valeurs plus petites que celles trouvées par Wilson dans le cas de ses expériences; mais, comme je l'ai indiqué plus haut, la portée des photo-électrons excités par des rayons de $\lambda = 0{,}21$ U.Å. est aussi plus petite que la valeur calculée en extrapolant la loi de Whiddington; en modifiant la loi de Whiddington par l'attribution à la vitesse d'un exposant un peu inférieur à 4 on obtient une meilleure concordance expérimentale à la fois pour les fish tracks et les photo-électrons correspondant à $\lambda = 0{,}21$ U.Å.

Longueur des trajectoires de recul correspondant à un angle initial θ *avec la direction des rayons excitateurs.* — A partir d'une expression donnée par

Compton, on peut obtenir, pour $\lambda = 0,2$ U. Å.,

$$E_m = E(1 + 1,01 \tan^2\theta)$$

comme relation entre l'énergie maxima E_m et l'énergie E d'un électron de recul projeté initialement sous un angle θ. Mes expériences vérifient approximativement cette loi, mais il y a cependant quelques trajectoires auxquelles elle ne convient certainement pas : par exemple, j'ai observé une trajectoire de 3^{mm} avec un angle θ de 40° et cela donnerait environ 8^{mm} pour la longueur maxima.

Rapport des nombres des électrons de recul et des photo-électrons. — Si les petites trajectoires (sphere et fish tracks) sont bien dues au recul des électrons de diffusion, on doit obtenir le rapport des coefficients d'absorption par diffusion et par fluorescence en prenant le rapport des nombres des petites et des grandes trajectoires. Les données de Hewlett assignent au rapport de l'absorption par diffusion et par fluorescence le rapport 11,0, pour l'air la longueur d'onde 0,21 U. Å. En comptant environ 1500 trajectoires j'ai obtenu la même valeur 11,0 comme rapport des nombres des petites et des grandes trajectoires. Comme la correspondance est également bonne dans le cas des expériences de Wilson pour $\lambda = 0,5$ et $\lambda = 0,3$ U. Å. il se confirme que les petites trajectoires sont dues au recul des électrons de diffusion.

Rapport des nombres des sphere tracks et des fish tracks. — En admettant la théorie de Compton et en regardant comme sphère stracks les trajectoires de moins de $0^{mm},2$ on peut calculer, pour ce rapport, une valeur de 1,3; mes expériences m'ont fourni 1,1.

Enfin j'ai obtenu quelques paires de fish tracks partant des mêmes points et faisant approximativement un angle droit. Une seule trajectoire de 2^{mm} correspondait à un angle θ voisin de 90° et paraissait même légèrement dirigée en arrière par rapport à la propagation des rayons primitifs.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ionisation de la vapeur de potassium sous l'influence de la lumière visible.* Note de M. **Albert Arnulf**, présentée par M. A. Cotton.

Une ampoule A de verre contient un filament de tungstène, et une plaque plane de 4^{cm^2} environ de surface, placée à 2^{cm} environ du filament.

L'ampoule A est purgée de ses gaz et vidée au moyen d'une trompe à mercure, fonctionnant pendant toute la durée des expériences. La vapeur de mercure n'est pas éliminée. On a soudé latéralement sur le tube d'évacuation une petite ampoule B contenant du potassium, dont on distille une petite quantité dans l'ampoule A.

Au moyen d'une batterie de piles, on établit une différence de potentiel entre une des extrémités du filament et la plaque, cette dernière étant portée à un potentiel positif par rapport au filament. Un microampèremètre est intercalé dans ce circuit.

Lorsque le filament est chauffé au blanc par un accumulateur de 4 volts, on constate le passage d'un courant électronique d'intensité I_1. Si à ce moment on projette à l'intérieur de l'ampoule, en un point quelconque, l'image du filament d'une lampe à incandescence S (lampe à atmosphère gazeuse, 50 bougies), le courant de plaque prend une valeur I_2, plus grande que I_1. La lumière projetée a traversé 6^{cm} d'épaisseur de lentilles, et contient par conséquent très peu d'ultraviolet.

Nous allons résumer brièvement quelques expériences caractéristiques, qui montrent bien l'importance numérique du phénomène.

Expérience I. — Le chauffage du filament est constant, l'image de S est réglée à l'intérieur de l'ampoule et peut être masquée à volonté par un écran. On fait varier la différence de potentiel V entre le filament et la plaque. V est exprimé en volts, I_1 et I_2 en microampères. $\Delta I = I_2 - I_1$.

V....	110	86	64	41,5	28	14	7	3	1,3
I_1....	650	458	298	161	83,0	33,0	18,9	13,2	11,3
I_2....	826	552	348	188	96,9	38,3	21,8	15,0	12,9
$\frac{\Delta I}{I_1}$...	0,271	0,203	0,168	0,168	0,167	0,160	0,153	0,136	0,142

Pour V = 3 et V = 1, 3, on ne connaît ΔI qu'à $\frac{1}{10}$ en valeur relative, ce qui explique l'anomalie présentée pour V = 1,3.

Expérience II. — On change le sens de la différence de potentiel entre le filament et la plaque, le filament restant chauffé. Étant chargé positivement par rapport à la plaque, il n'émet pas d'électrons. Chauffage identique à celui de l'expérience précédente; V = 134 volts. Dans ces conditions on n'observe pas la moindre déviation de l'aiguille du microampèremètre, lorsqu'on masque ou démasque la source S.

Expérience III. — Plaque positive par rapport au filament. I_1 = 83 microampères, V = 28 volts. On projette l'image de la source dans différentes

régions de l'ampoule, l'axe du faisceau lumineux étant à peu près normal à la ligne qui joint le centre de la plaque au milieu du filament. Lorsqu'on déplace le faisceau parallèlement à lui-même, ΔI décroît lorsqu'on va de la plaque au filament puis au delà du filament.

		mA
Au voisinage de la plaque....................	ΔI =	12,9
Au milieu environ de l'espace filament-plaque..	ΔI =	11,2
Au voisinage du filament	ΔI =	9,0
Au delà du filament..........................	ΔI =	6,9

Interprétation du phénomène. — L'étude des courbes déduites des expériences, dont j'ai cité les plus caractéristiques, conduit à l'interprétation suivante.

Le filament de l'ampoule A échauffe le potassium et le vaporise lentement, ainsi qu'on le constate facilement par l'expérience. Il y a donc dans l'ampoule de la vapeur de potassium sous une pression très faible. D'autre part, le flux d'électrons se déplaçant du filament à la plaque crée dans l'ampoule une forte charge spatiale négative, qui empêche le courant thermionique d'atteindre la saturation. Projetons alors l'image de la lampe S à l'intérieur de l'ampoule. La lumière visible rencontrant des atomes de potassium leur arrache un électron. Autrement dit, *la vapeur de potassium s'ionise* sous l'influence de la lumière visible mettant en liberté un petit nombre d'électrons et d'ions positifs. L'augmentation du courant dû au transport des électrons est complètement négligeable, comme le montre l'expérience II, et encore, dans ce cas, l'effet de surface du potassium solide s'ajoute à l'effet en volume. Le courant transporté par les ions positifs, beaucoup plus lents que les électrons à cause de leur masse, sera négligeable *a fortiori*. L'augmentation considérable du courant électronique constatée dans nos expériences est due à l'accumulation dans l'ampoule de ces ions positifs lents, jusqu'au moment où la somme du nombre par seconde d'ions recombinés d'une part et du nombre par seconde d'ions atteignant le filament et ses supports d'autre part, soit égale au nombre d'ions formés par seconde par l'ionisation sous l'influence de la lumière. Il se produit de ce fait une charge spatiale positive relativement forte qui neutralise en partie la charge spatiale négative due aux électrons, diminue ainsi leur répulsion mutuelle, ce qui permet à un plus grand nombre d'électrons issus du filament d'atteindre la plaque.

Il en résulte qu'un faisceau étroit de lumière traversant l'ampoule entre le filament et la plaque dans les conditions de l'expérience III produira des effets différents pour différentes distances au filament. En effet, le nombre d'ions positifs présents au même instant entre le filament et la plaque sera d'autant plus grand que la distance du pinceau ionisant au filament sera elle-même plus grande.

Nous n'avons pas tenu compte du filament incandescent de l'ampoule A. Il agira intégralement et produira sur la vapeur de potassium, particulièrement par son rayonnement ultraviolet, un effet beaucoup plus intense que l'image de la source S. En l'absence de cette dernière, on observera non la courbe d'émission thermionique pure, mais une courbe qui croît plus rapidement.

Les effets observés ne peuvent pas être attribués à l'effet d'une couche de potassium solide déposée sur la plaque, puisque la plaque est chargée positivement. Sinon, il faudrait admettre que, sous l'influence de la lumière visible, une couche de potassium électrisée positivement est capable d'émettre des ions positifs. Un tel phénomène n'a jamais été observé. On ne peut pas envisager non plus l'émission d'électrons par des dépôts de potassium isolés sur les parois de verre et chargés négativement, ou par des dépôts formés sur les supports du filament. En admettant qu'un tel effet se produise, nous avons vu que l'augmentation de courant due aux électrons ainsi mis en liberté est complètement négligeable devant la variation de courant due aux ions positifs.

PHYSIQUE. — *Le « Bertillonnage » des tableaux modernes par la radiographie.* Note (¹) de M. **Roger Grandgérard**, présentée par M. d'Arsonval.

La plupart des œuvres picturales contemporaines possèdent dans leur support une marque distinctive, un filigrane plus caractéristique encore que celle du papier monnaie : c'est *le quadrillage irrégulier de la toile ou la zébrure du panneau de bois ;* existe aussi un moyen sûr de faire apparaître cette trame invisible extérieurement et de la superposer par transparence au motif qui la revêt : c'est *la radiographie.*

Nous n'avons pas connaissance que, dans les travaux sur la radiographie des tableaux, Parenty, Faber, le Dr Heilbronn et Beets, J. Ropiquet, Gouineau et enfin le Dr Chéron eussent envisagé l'utilisation des rayons X pour *prévenir* les fraudes dont les œuvres modernes pourraient être l'objet dans l'avenir; aussi avons-nous pensé qu'il pouvait être de quelque intérêt d'exposer nos idées sur cette question bien spéciale.

La comparaison de la radiographie avec la photographie d'un même tableau permet de se rendre compte, mieux que par une description, des innombrables et délicats détails supplémentaires apportés par la pénétration des rayons de Röntgen. Aux caractères distinctifs extérieurs du tableau s'est jointe, par la révélation de la texture de la toile ou des fibres ligneuses du panneau, son anatomie individuelle interne et, si l'on observe la complication des rapports existant entre ces images connexes, si l'on envisage d'autre part que ces rapports résultent de la superposition de plans adhé-

(¹) Séance du 20 avril 1925.

rant intimement les uns aux autres, on est obligé de reconnaître qu'ils confèrent au document radiographique des signes certains d'identité, mensurables et inimitables.

Ainsi donc, pour nous, le cliché radiographique d'un tableau moderne original pourrait, dans l'avenir, permettre, à lui seul, d'établir, par sa confrontation avec le cliché radiographique d'une peinture d'apparence extérieure exactement semblable, la preuve irréfutable de l'authenticité ou de la falsification.

Comment utiliser pratiquement, en vue d'expertises futures, ce facteur de certitude?

1° Prise des clichés originaux :

a. Choix du matériel. — Les films ou pellicules sensibles à double émulsion doivent être employés de préférence parce qu'ils sont incassables, légers, minces, donnent de fort belles épreuves, permettent l'obtention simultanée de plusieurs clichés identiques et le tirage direct d'épreuves non inversées et, enfin, que leur conservation est très longue.

L'appareillage radiologique doit permettre l'emploi de rayons peu pénétrants.

b. Technique. — Nous avons suivi celle de Chéron : la surface peinte tournée vers le film enveloppé de papier aiguille; l'anticathode à 60^{cm} au-dessus de la pellicule; l'intensité égale à deux millis, sans écran, avec 4^{cm} d'étincelle équivalente. (En raison de la plus grande sensibilité des films à double émulsion, nous avons réduit le temps de pose à 96 secondes au lieu des deux minutes indiquées par Chéron.)

Le format 18×24 nous paraît donner des indications suffisantes pour une figure en demi-grandeur. Pour un tableau de grandes dimensions, des clichés de plusieurs endroits peuvent être pris : figures, mains, signature, etc. En raison du contact presque parfait, l'image radiographique est, très sensiblement, en grandeur réelle.

Certains tableaux, peints sur cartons, ne donneraient pas, sur le cliché, de filigrane appréciable; l'artiste peut remédier à cet inconvénient en traçant au verso du carton un enchevêtrement de traits espacés ou une large signature à l'aide d'un pinceau trempé dans une couleur très opaque aux rayons X comme la céruse (carbonate de Pb) ou le vermillon anglais (sulfure de Hg).

Ces traits, reproduits en blanc sur la pellicule, se superposeront à l'image radiographique du tableau. Quand le carton est épais, afin d'éviter un décalage des images des deux surfaces peintes, veiller au centrage rigoureux de l'ampoule et faire tomber le rayon normal exactement sur le centre du film en indiquant par un signe conventionnel, au verso du carton, l'emplacement du point d'impact.

c. Garanties primordiales d'identité. — La première radiographie doit être effectuée, en présence de l'artiste ou de son mandataire attitré, par un radiologiste assermenté ou dans un Établissement de l'État comme le Conservatoire des Arts et Métiers. Un procès-verbal succinct pourrait être signé, comportant, par exemple, la date, le sujet du tableau, ses dimensions, le nom de l'auteur, le nombre des clichés et la désignation des parties radiographiées.

2° CONSERVATION DES CLICHÉS :

Des deux films identiques, pris en même temps, timbrés et datés, l'un pourrait être déposé dans des archives administratives spéciales, l'autre remis à l'artiste ou à son mandataire.

L'encombrement est minime (40 films ont une épaisseur de 1^{cm}), une garantie supplémentaire de longévité du document radiographique pourrait être obtenue par le tirage d'une épreuve inaltérable au charbon sur papier photographique pur chiffon.

En cas de contestation sur l'authenticité d'un tableau, une radiographie du tableau suspecté serait effectuée par n'importe quel radiologiste un peu exercé et le cliché serait confronté soit avec le cliché des archives, soit avec le duplicatum remis à l'artiste.

En employant préventivement ce « Bertillonnage » ou, si l'on préfère un autre terme, cette iconométrie radiographique des parties essentielles de leurs tableaux, les artistes ou leurs descendants seraient armés contre la copie de ces œuvres; les collectionneurs, les musées nationaux pourraient contrôler l'authenticité de leurs nouvelles acquisitions et empêcher, dans l'avenir, la substitution de plagiats; enfin, les vendeurs honnêtes auraient la possibilité d'entourer leur entremise de garanties indiscutables.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Points de transformation des solutions solides d'alumine ou de sesquioxyde de chrome dans le sesquioxyde de fer.* Note de MM. **H. Forestier** et **G. Chaudron**, présentée par M. H. Le Chatelier.

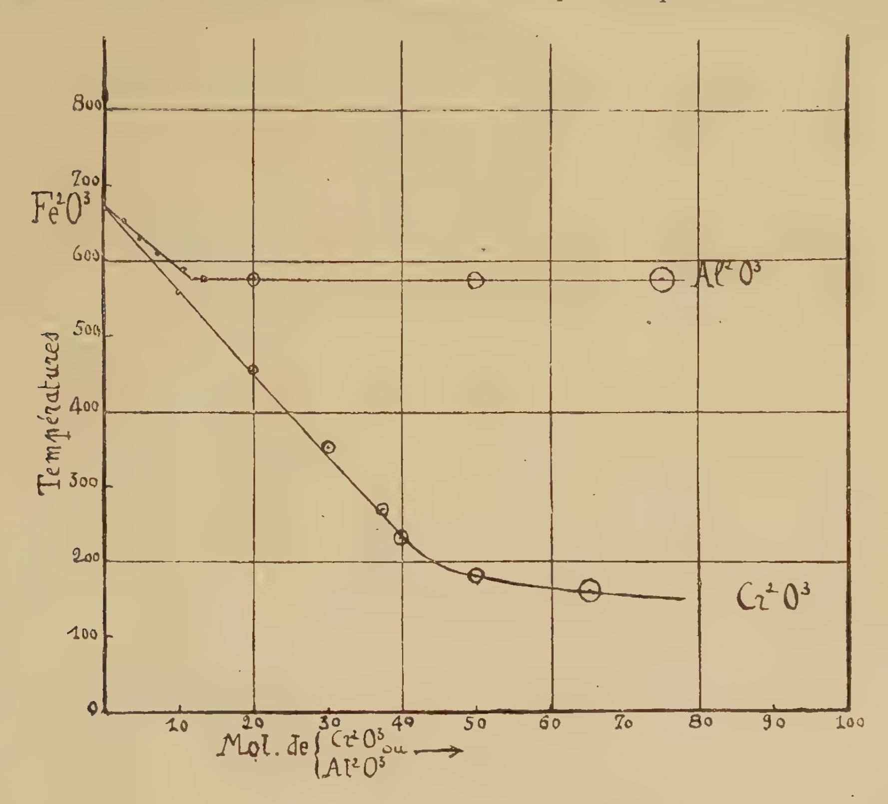
Nous avons déjà montré [1], par l'analyse thermique dilatométrique, que la forme stable du sesquioxyde de fer subissait à 675° une transformation réversible et sans changement de phase, caractéristique des substances ferromagnétiques. Nous recherchons ici, par la même méthode, l'influence, sur ce point de transformation, de la mise en solution solide d'alumine ou de sesquioxyde de chrome.

Les oxydes étaient précipités simultanément par l'ammoniaque en excès, à partir des solutions, soit des chlorures, soit des nitrates correspondants, mélangés en proportions connues. Le précipité des deux oxydes était séché, puis aggloméré sous forme de bâtonnets que l'on étudiait au dilatomètre Chévenard.

Les échantillons qui n'ont pas été préalablement recuits au-dessus de 400°

[1] G. Chaudron et H. Forestier, *Comptes rendus*, **179**, 1924, p. 763.

n'indiquent aucun abaissement sensible du point de transformation, ils sont donc constitués par les deux oxydes simplement juxtaposés; au contraire, un chauffage de quelques minutes au-dessus de 700° produit un abaissement très net du point de transformation, ce qui indique la formation de la



solution solide; dans tous les cas, le point de transformation se fixe après un chauffage de deux heures à 900°; la solution atteint dans ces conditions sa composition limite.

L'addition d'alumine à l'oxyde ferrique provoque un abaissement du point de transformation suivant une loi sensiblement linéaire (voir figure); à partir d'une concentration en alumine d'environ 12 pour 100, la température de transformation reste constante (575°). Nous obtenons par conséquent pour cette composition les cristaux mixtes limites.

L'addition de sesquioxyde de chrome entraîne un abaissement plus important du point de transformation, qui se trouve déjà à 230° lorsque la teneur en Cr^2O^3 atteint 40 pour 100; au delà de cette valeur la température s'abaisse de moins en moins quand la concentration augmente. L'affaiblisse-

ment de l'anomalie de dilatation ne permet pas des mesures précises pour les fortes teneurs en oxyde de chrome (au delà de 65 pour 100); toutefois le point de transformation d'un mélange à 80 pour 100 d'oxyde de chrome est encore nettement observé sur les courbes dilatométriques au-dessous du point précédent. Ainsi le sesquioxyde de chrome et le sesquioxyde de fer sont miscibles en toutes proportions, ce résultat est à rapprocher du fait que le rapport de leurs volumes moléculaires est sensiblement égal à l'unité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution expérimentale à l'étude du transport des électrolytes. Mobilisation des ions par échanges intermoléculaires.* Note de M. **W. Mestrezat** et de M[lle] **Y. Garreau**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons montré, dans une Note antérieure (1), l'influence notable que peut avoir sur la vitesse de diffusion d'un ion la présence dans le milieu extérieur de molécules susceptibles de fournir un ion d'échange.

L'explication de ces faits relève, d'une part, de la possibilité de substituer à un ion mobile un ion de même signe, dans le système moléculaire mis en diffusion, cet ion étant emprunté à la molécule dissoute dans le milieu extérieur, conformément aux équilibres observés par Ostwald (1890) (2), d'autre part de la mobilité plus grande (quelle qu'en soit l'origine) que montrent certains ions en diffusion, *dans des conditions physiologiques*, à travers des septums, ainsi que les expériences de P. Girard, V. Morax et l'un de nous, réalisées sur la cornée, ont permis de l'affirmer (3).

Si les anions $(Cl)'$, $(I)'$, $(NO^3)'$, $(SO^4)''$, etc. se trouvent liés aux cations par une force électrostatique puissante, qui ne leur permet pas

(1) *Comptes rendus*, 180, 1925, p. 1060.

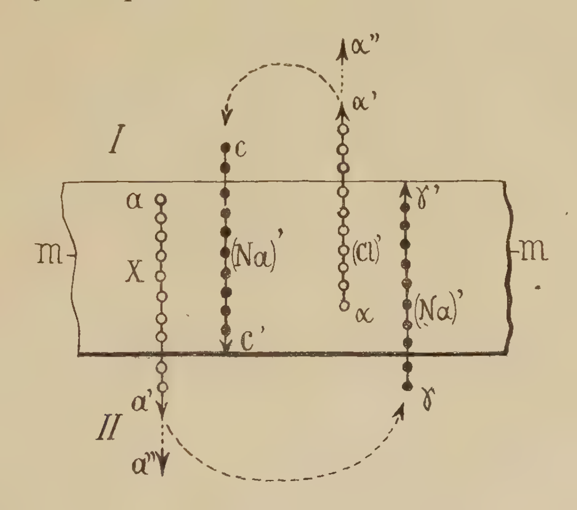
(2) Ostwald a constaté que, malgré sa mobilité habituelle, l'ion $(Na)'$ ne diffuse pas à travers un septum *m* en dialyse contre de l'eau distillée, s'il est uni à un radical R, auquel le septum *m* est imperméable. Par contre, lorsque le milieu extérieur renferme une molécule telle que KCl (dont l'ion K est accepté par R, faudrait-il ajouter), l'équilibre obtenu comporte le passage d'une partie du $(Na)'$ dans le milieu extérieur, où on le retrouve sous forme de NaCl, tandis que le radical R est uni aux deux ions $(Na)'$ et $(K)'$, formant des molécules RNa et RK.

(3) *Comptes rendus*, 174, 1922, p. 1727, et *C. R. Soc. Biol.*, t. 87, 1922, p. 69, 144, 227, 356, 358 et 441.

de s'éloigner beaucoup, dans une diffusion contre de l'eau distillée, du cation auquel ils sont couplés, malgré leur vitesse de diffusion propre plus grande, ils n'en manifestent pas moins, dans leur diffusion, une avance réelle ε, qui les fera pénétrer les premiers dans l'un des milieux en présence.

L'anion tombe ainsi dans un milieu où il a la possibilité (Ostwald) de se porter sur un cation nouveau. L'anion déplacé, libéré de ses attaches électrostatiques, acquiert ainsi la facilité de passer, à son tour, dans le premier milieu ; autrement dit : *deux molécules séparées par un septum idéal peuvent échanger leurs ions de même signe*, si les conditions d'affinité le permettent.

Dans le cas d'un septum qui possède une épaisseur réelle, la représentation des faits est plus expressive.



Les flèches $\gamma\gamma'$ et $\alpha\alpha'$, de longueur égale, figurent l'image matérielle de deux files d'ions $(Na)'$ et $(Cl)'$, par exemple, avant que les ions $(Na)'$ [en retard sur les ions $(Cl)'$] ne pénètrent dans le milieu (I). Les flèches cc' et aa' représenteront, de même, l'image matérielle de deux files de cations et de l'anion du sel étudié. En supposant l'avance ε des ions $(Cl)'$ sur les ions $(Na)'$ égale à 3 et celle des anions X sur les cations $Y = 2$, on voit que les 3 ions $(Cl)'$, qui auront pénétré dans le milieu I, se porteront (Ostwald) sur 3 cations de ce milieu, libérant du même coup 3 anions X. Ces 3 anions X, libres de leurs entraves cationiques, porteront à $3 + 2$ le nombre des anions mis à la disposition du milieu II, à l'extrémité de la flèche aa'. Ces 5 anions, se couplant avec 5 cations de II, augmenteront, par le même jeu, de 3 à $5 + 3 = 8$ le nombre des ions $(Cl)'$ utilisables par

le milieu II. Ainsi s'établira rapidement, par des échanges *en cascade*, un régime définitif.

Cette représentation des faits qui rappelle les doubles chaînes de glissement d'Arrhénius, associe les deux concepts en apparence contradictoires, celui de la réalité et de la rigidité du cadre moléculaire, que les notions d'affinité chimique et celle du mouvement brownien, pour ne citer que ces deux faits, ne nous permet pas de négliger, avec la nécessité, non moins démontrée, de la mobilité des ions dans l'organisme.

A côté d'une diffusion peu changée des ions moins mobiles, il s'établit, par glissement, de proche en proche, d'une molécule à l'autre, des échanges, qui aboutissent à une *circulation en sens inverse des ions de même signe, les plus mobiles*. Les échanges entre deux molécules de nature différente auraient lieu, dans ces conditions, sur chaque face du septum matériel seulement.

La présence d'ions d'échange, plus exactement de systèmes moléculaires pouvant en fournir dans le milieu extérieur, permet de concevoir, suivant un schéma simple, des transports rapides d'anions dans l'organisme et des effets sélectifs, dont l'importance biologique apparaît chaque jour plus grande.

ARCHÉOLOGIE MILITAIRE. — *Sur le damasquinage à l'étain d'une arme de guerre médiévale.* Note [1] de M. **Georges-A. Le Roy**, transmise par M. le Maréchal Foch.

I. L'art très ancien du damasquinage ou de la damasquinure appliqué aux armes de guerre consiste, on le sait, à graver dans le fer ou l'acier les traits de dessins dont les creux sont ensuite remplis par martelages avec de l'argent ou de l'or. Mais on ne connaissait pas jusqu'à présent, même dans les plus complètes collections d'armes [2], d'exemple de damasquinage à base d'étain, et l'on ignorait si un tel procédé a pu jadis être mis en œuvre par les armuriers et fournisseurs européens et bien qu'il soit pratiqué en Extrême-Orient (au Japon).

Or, ces temps derniers, j'ai découvert la preuve que le damasquinage à

---

(1) Séance du 20 avril 1925.

(2) Musée de l'Armée à Paris et Victoria and Albert Museum (South Kensington) à Londres, où les experts m'ont répondu ignorer des exemples de damasquinage d'armes européennes par l'étain et douter qu'il ait jamais existé.

l'étain aurait été pratiqué en Europe, pour des armes de guerre, et à l'époque du moyen âge. Voici dans quelles circonstances j'ai fait cette constatation.

La Commission départementale des Antiquités de la Seine-Inférieure conservait dans ses Archives, à la préfecture de Rouen, une épée en fer de forme très ancienne, mais d'origine et de provenance inconnues. *Rien de particulier n'était apparent* sur cette arme qui était, d'ailleurs, recouverte par du tartre calcaire et par des stratifications épaisses de rouille ayant corrodé profondément le métal, résultat d'un long séjour sous terre ou dans un tombeau. J'ai pu procéder sur cette pièce archéologique à des examens physico-chimiques.

II. Tout d'abord, par une série de décapages ménagés, pratiqués successivement avec de l'eau acidulée, puis de l'eau alcalinisée, j'ai mis progressivement à jour de curieux dessins gravés dans le fer aciéré, sur les deux côtés de la lame, en sa partie centrale et longitudinale formant évidement, et j'ai constaté que les creux de ces dessins étaient remplis par un métal de couleur blanche paraissant être de l'argent.

Avec une aiguille à disséquer, et procédant sous le champ d'un microscope binoculaire, j'achevai de mettre à jour tout ce qui subsistait encore de ces dessins, qui furent ensuite repérés par silhouettage avec de la gouache blanche, et de façon à pouvoir être photographiés, soit en réduction, soit en grandeur nature.

L'arme est en fer, et en fer aciéré pour la lame; la garniture (bois, cuir, étoffe) de la fusée n'existe plus. Cette forme d'épée est celle de ses congénères qui furent usitées en Europe pendant le moyen âge. Le poids total actuel est de 800^{g} environ. La longueur totale, jusqu'à la partie allant vers la pointe, et où l'épée a subi le maximum de corrosion par la rouille, est de 760^{mm}.

J'ai déterminé micrométriquement au microscope les grandeurs en largeur et en profondeur des creux gravés dans l'acier : ces grandeurs varient de 5 à 9 dixièmes de millimètre environ.

III. Cependant le métal blanc inclus dans les traits gravés, et formant le damasquinage, fut étudié chimiquement par les réactifs analytiques, sur quelques copeaux microscopiques extraits mécaniquement hors les creux, au moyen d'un scalpel. L'analyse révéla qu'il ne s'agissait aucunement d'argent, mais d'étain.

Pour contrôler ces résultats sur une quantité suffisante de métal, et l'extraire plus facilement hors des creux, j'instituai la méthode suivante, basée sur l'emploi de l'électrolyse, l'estimant (d'après essais préalables sur

une lame de fer-blanc) susceptible de mettre l'étain en dissolution, sans dissoudre le fer ou l'acier ni la rouille elle-même.

A cet effet, je façonnai un auget rectangulaire avec de la gutta-percha, et le mastiquai sur la lame tout autour d'un endroit représentant l'un des damasquinages. L'auget d'une capacité de 50^{cm^3} fut rempli avec une solution aqueuse à 5 pour 100 de soude (Na OH) pure. Un fil de platine fut tendu horizontalement et longitudinalement, à mi-hauteur dans l'auget, puis relié au pôle négatif d'une source électrique de faible voltage et intensité. La masse générale de l'épée fut reliée au pôle positif. Dans ces conditions, le fil de platine fonctionnait comme cathode et la partie de lame avec la damasquinure agissait comme anode soluble.

Après plusieurs heures d'électrolyse, tout l'étain fut enlevé à la damasquinure et passa à l'état de stannate d'étain, solubilisé dans l'électrolyte ainsi que quelques traces infimes de fer. Un très léger dépôt brun se produisit sur la cathode en platine. Ce dépôt fut caractérisé ultérieurement, par les réactifs, comme étant constitué par des traces infinitésimales de plomb qui existait comme impureté dans l'étain.

La liqueur alcaline électrolytique fut alors examinée par l'analyse chimique et il fut reconnu qu'elle ne contenait rien autre chose que de l'étain pur (réactions par : H^2S. Am^2S, pourpre de Cassius, etc.). Les quelques particules boueuses restées dans l'auget ne contenaient ni plomb, ni cuivre, ni or, ni argent.

D'où je conclus que le damasquinage de cette épée est constitué exclusivement par l'étain seul.

Mais, d'autre part, j'ai caractérisé la présence de l'étain appliqué sur la corde ou les quillons de cette épée, sous la forme d'un étamage général très épais. Cet étamage, agissant comme couverture protectrice électropositive, a soustrait le fer aux oxydations et cette partie de l'épée est restée indemne de toute rouille ou corrosion. Le pommeau a présenté aussi, mais très faiblement, des traces d'une couche originaire brillante et très décorative d'étamage, actuellement disparue.

En résumé, cette épée apporte l'exemple d'un damasquinage à l'étain qui fut vraisemblablement pratiqué, non par martelages, mais, vu la fusibilité de l'étain (235° C.), par mise en fusion dans les creux gravés, l'épée étant préalablement chauffée vers cette température. Et c'est probablement de cette même manière que fut réalisé de même l'étamage des quillons et du pommeau.

Ce procédé de damasquinage à l'étain, plus facile, plus rapide et moins

coûteux que celui avec de l'or ou l'argent, constitue donc non seulement un fait nouveau dans l'histoire de l'armurerie médiévale en Europe, mais encore atteste une technique de simplification dans le damasquinage des armes de guerre et, malgré la facture rudimentaire des dessins, il n'est pas sans faire honneur à l'esprit inventif de l'artiste inconnu qui, jadis, le mit en pratique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlororuthénites de potassium.* Note de M. **Raymond Charonnat**, transmise par M. A. Béhal.

Les trichlorures des métaux du groupe du platine se combinent aux chlorures alcalins ClX pour donner des hexachlorosels $[MCl^6]X^3$ ($M = Ir, Rh, Os$) et des aquopentachlorosels $[M(H^2O)Cl^5]X^2$ ($M = Ir$). Le ruthénium a paru se comporter autrement; on ne connaît pas d'hexachlororuthénites; il n'y a pas une, mais deux séries de sels répondant à la composition $RuCl^3, 2\,ClX, H^2O$, celle des aquopentachlorosels, et Werner qui a donné une excellente systématique des combinaisons complexes a reconnu que cette isomérie échappait à sa théorie [1].

L'étude du trichlorure de ruthénium m'a conduit à regarder de plus près cette isomérie singulière; l'examen a porté sur les sels de potassium.

Le premier pentachlororuthénite a été découvert par Claus [2] qui le préparait en précipitant au ruthénate par l'acide nitrique un hydroxyde, le dissolvant dans l'acide chlorhydrique et ajoutant du chlorure de potassium; au précipité microcristallin brun violacé, à poudre brune, il attribuait la formule $RuCl^5K^2$.

Lewis Howe [3], Gutbier [4] ont montré que ce corps, obtenu cette fois à partir du peroxyde RuO^4 et de l'acide chlorhydrique, était toujours hydraté et l'ont formulé $Ru^{III}Cl^5K^2, H^2O$.

Miolatti et Tagiuri [5] l'ont préparé par une tout autre voie : action du chlore au rouge sombre sur un mélange de ruthénium et de chlorure de sodium, dissolution dans l'eau du produit très soluble de la réaction, précipitation par le chlorure de potassium. Il se ferait d'après Miolatti un chlororuthénate que le papier du filtre réduit en chlororuthénite.

---

(1) Werner, *Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie*, 5e édition, p. 386.

(2) Claus, *Ann. Ch. Pharm.*, 59, 1846, p. 234.

(3) Lewis Howe, *J. am. chem. Soc.*, 23, 1901, p. 775; 26, 1904, p. 543.

(4) A. Gutbier, F. Falco et Th. Vogt, *Zeit. anorg. Ch.*, 115, 1921, p. 225.

(5) Miolatti et Tagiuri, *Gazz. chim. ital.*, 30, 1901, II, p. 511.

Lewis Howe (¹), en faisant bouillir avec de l'alcool, de l'acide oxalique ou du chlorure stanneux le corps précédent en solution diluée faiblement chlorhydrique, ou la solution dite de sesquichlorure additionnée ensuite de ClK, a obtenu un corps différent, microcristallin, rouge, à poudre rose, $Ru(H^2O)Cl^5K^2$, qu'il nomme aquochlorruthénate.

Déshydratés le chlororuthénite et l'aquochlorruthénate doivent conduire à une paire d'isomères de composition $RuCl^5K^2$ que Lewis Howe nomme chlorruthénite anhydre et aquochlorruthénate déshydraté.

Aoyama (²) a signalé un troisième corps de formule $RuCl^5K^2$, obtenu en chauffant à 540° l'hexachlororuthénate $RuCl^6K^2$ dans un courant de chlore. Mais Gutbier (³) a identifié par les réactions aqueuses ce troisième avec le second l'aquochlorruthénate déshydraté.

L'examen des propriétés attribuées aux chlororuthénites bruns de Claus et Gutbier et aux chlorosels rouges de Lewis Howe m'a donné la conviction que ces corps n'étaient point isomères, que, différant par le degré de valence du ruthénium, ils ne peuvent avoir la même formule.

Les sels bruns renferment presque toujours moins d'eau que n'en comporte la formule adoptée; par le chlore les sels alcalins ne se transforment pas en hexachlororuthénates. Les sels rouges ne se forment à partir des premiers que par l'action prolongée de corps qui sont des réducteurs; ils perdent une molécule d'eau entre 140 et 180°; le chlore les transforme aisément en hexachlororuthénates.

Ceci s'explique très bien si l'on admet que les corps rouges sont les aquochlororuthénites $[Ru^{III}(H^2O)Cl^5]X^2$ et les corps bruns des hydroxychlororuthénates $[Ru^{IV}(OH)Cl^5]X^2$ correspondant aux hydroxychloroosmiates de Krauss (⁴).

Les dosages de ruthénium, de chlore, d'alcalin ne permettent aucune différenciation : ceux de l'eau sont délicats.

J'ai préparé le sel brun de potassium par les méthodes de Claus, Gutbier et Miolatti qui m'ont donné le même corps; j'ai préparé le sel rouge par la méthode de Lewis Howe et par une nouvelle qui ne laisse aucun doute sur la valence du ruthénium dans le complexe : déplacement par ClH des groupes oxaliques du ruthénotrioxalate de potassium $[Ru^{III}(C^2O^4)^3]K^3$ (⁵).

Les sels bruns en solution diluée au contact d'iodure de potassium et

(¹) Lewis Howe, Mémoires cités.

(²) S. Aoyama, *Zeit. anorg. Ch.*, **138**, 1924, p. 249.

(³) A. Gutbier et W. Niemann, *Zeit. anorg. Ch.*, **141**, 1924, p. 312.

(⁴) F. Krauss et D. Wilken, *Zeit. anorg. Ch.*, **137**, 1924, p. 355.

(⁵) R. Charonnat, *Comptes rendus*, 178, 1924, p. 1279.

d'acide chlorhydrique libèrent immédiatement un atome d'iode par atome de ruthénium; les sels rouges dans les mêmes conditions ne mettent pas d'iode en liberté, sauf à la longue par oxydation à l'air du système. Trivalent dans les seconds, le ruthénium est bien tétravalent dans les premiers.

Le véritable aquochlororuthénite $[Ru^{III}(H^2O)Cl^5]K^2$ est donc l'ancien « aquochlorruthénate »; l'ancien « chlorruthénite hydraté » est l'hydroxychlororuthénate $[Ru^{IV}(OH)Cl^5]K^2$. L'action de l'acide chlorhydrique ne permet pas de transformer celui-ci en hexachlororuthénate plus soluble ou moins stable, mais la recristallisation dans l'acide chlorhydrique dilué de $[Ru^{IV}(Cl^6)]K^2$ a donné le dérivé hydroxy $[Ru^{IV}(OH)Cl^5]K^2$, le chlororuthénite de Claus.

Ainsi disparaît une isomérie incompatible avec la théorie de Werner.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés oxésériniques.*

Note de MM. **Max** et **Michel Polonovski**, présentée par M. Ch. Moureu.

Comme nous l'avons établi dans notre Communication précédente ([1]), les composés ψ-généséríniques sont des oxindols de formule générale

RO — C<R′ R″ — CO — NCH³

et nous avons proposé de désigner ces dérivés par le préfixe *Ox*.

Mais le manque de place ne nous avait pas permis de nous étendre sur la dégradation de l'oxésérétholméthine et sur les produits de réduction de l'oxésérolène et de son éther, que nous possédions cependant déjà.

L'oxésérolène donne un picrate jaune, rougissant à l'air, fondant à 215°.

L'oxésérolène ne se laisse réduire que par hydrogénation catalytique, en présence de Pd colloïdal : il absorbe alors facilement 2H et conduit au dérivé saturé, l'hydrooxésérolène $C^{12}H^{15}O^2N$ fondant à 200°, plus soluble dans l'éther que le produit primitif.

HO — C<CH³ CH=CH² — CO — NCH³ + H² = HO — C<CH³ C²H⁵ — CO — NCH³

Oxésérolène. Hydrooxésérolène.

([1]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 73.

L'iodométhylate d'oxésérétholméthine (ψ-généserétholméthine) soumis à la fusion prolongée vers 200°, dans le vide, se scinde en iodhydrate de triméthylamine et en éthyloxésérolène (f. 60°), identique à celui que nous obtenions autrefois sous forme huileuse, par action de KOH fondante [1].

H^5C^2O — C(CH³)(CH²—CH²—N(CH³)³I) — CO — NCH³ $\xrightarrow{-N(CH^3)^3HI}$ H^5C^2O — C(CH³)(CH=CH²) — CO — NCH³

On obtient ici, en même temps, un autre produit peu soluble dans l'eau et les solvants organiques, dont nous n'avons pas poursuivi l'étude.

Dans un travail récent [2], MM. Stedman et Barger décrivent sous le nom de déhydroésérétholméthine un composé qu'ils obtiennent par oxydation de l'ésérétholméthine par le nitrate d'argent ammoniacal et qui n'est autre que notre ψ-généserétholméthine depuis longtemps connue. Ce corps leur fournit évidemment, par la dégradation de Hofmann, le même éthyloxésérolène. Nos travaux sur la série ψ-génésérinique ont probablement dû leur échapper.

En étudiant de façon plus approfondie le mécanisme de passage de la série ésérinique à la série oxésérinique, nous avons constaté qu'il pouvait être réalisé par un très grand nombre d'agents d'oxydation (I, Br, H^2O^2, etc.). Mais en présence d'un excès d'eau oxygénée, l'ésérétholméthine donne à côté de l'oxésérétholméthine l'aminoxyde de cette dernière base : corps neutre, fondant à 60°, $\alpha_0 = -38°$. Ce corps fournit un chlorhydrate, bien cristallisé, fondant à 198°. Par réduction acide (Zn et HCl), il conduit à l'oxésérétholméthine. Par réduction à l'aide de SO^2 cette régénération n'est que partielle, la majeure partie formant un éther du type suivant :

H^5C^2O — C(CH³)(CH²—CH²—N(CH³)²=O) — CO — NCH³

-N-oxyde d'oxésérétholméthine.

$\xrightarrow{+SO^2}$ H^5C^2O — C(CH³)(CH²—CH²—N(CH³)²<(O—SO²)) — CO — NCH³

(1) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 23, 1918, p. 335.
(2) *Ch. Soc.*, 127, 1925, p. 247.

Ce sulfoné fond, en se décomposant, à 193°-194°. Il s'hydrolyse très facilement en solution aqueuse, à chaud, en SO^4H^2 et oxésérétholméthine.

On obtient le même aminoxyde en traitant directement l'oxésérétholméthine par H^2O^2. Parallèlement H^2O^2 donne avec l'oxésériméthine et l'oxésérolimethine, les N-oxydes correspondants, très solubles dans l'eau, et présentant les mêmes propriétés chimiques que le dérivé éthylique

HO — C(CH³)(— CH² — CH² — N(CH³)²=O) — CO — NCH³

N-oxyde d'oxésérolimethine.

La preuve définitive de la configuration du noyau basique de l'ésérine : pipérédique, ou méthylpyrrolidique, comme nous l'avons proposé dans notre dernière Note, et comme le suggèrent, en même temps et indépendamment de nous, MM. Stedman et Barger, nous a semblé devoir être cherchée dans la synthèse, soit de ces dérivés N-méthyloxindoliques, par condensation de la méthylparaminophénétidine avec les halogénures des acides α-halogénés correspondants, soit des dérivés hydroindoliques par les hydrazones respectives.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits nitrés de l'éther diphénylglycolique.* Note de MM. **Const. Dosios** et **Théod. Tsatsas**, présentée par M. Charles Moureu.

L'éther diphénylglycolique, $C^6H^5.O.CH^2-CH^2.O.C^6H^5$, préparé par Lippmann [1], n'a pas, à notre connaissance, été nitré directement.

Les dérivés nitrés connus sont les trois isomères *o*, *m* et *p*, répondant à la formule $NO^2.C^6H^4.O.CH^2-CH^2.O.C^6H^4.NO^2$, qui tous ont été préparés par l'action du bromure d'éthylène sur les sels alcalins des nitrophénols correspondants [2].

Cette même méthode, appliquée au 2.4-dinitrophénolate de sodium, n'a pas donné de réaction; par contre le 2.4-dinitrobenzène chloré, à son point de fusion, agit très vivement sur le sel disodique du glycol, avec déflagration du mélange. Pour éviter cet inconvénient, il suffit d'ajouter ce sel par

(1) *Comptes rendus*, 68, 1869, p. 1269.

(2) *Journal für prakt. Chem.*, 2e série, 21, 1880, p. 127; 27, 1883, p. 201.

petites parcelles à un excès de dinitrobenzène chloré fondu. La réaction finie, on lave après refroidissement à l'alcool et à l'eau, on obtient ainsi une poudre jaune clair, qui, après deux cristallisations dans l'acétone ou le phénol, donne un corps fondant à 215°,2.

Ce même corps a été obtenu par la nitration directe de l'éther diphénylglycolique.

On prend 10^{g} de cet éther, que l'on ajoute par petites portions dans 80^{cm^3} d'acide azotique fumant refroidi, en ayant soin que la température ne dépasse pas — 10°. Après la fin de la réaction on a une solution claire, qui, versée dans l'eau, laisse se séparer un dépôt floconneux, lequel, lavé à l'eau et desséché, donne $11^{\mathrm{g}},5$ de produit brut, dont la majeure partie est identique au corps obtenu par la réaction du 2.4-dinitrobenzène chloré sur le sel alcalin du glycol.

Ce corps, chauffé en tube scellé avec du chlorure d'aluminium, à 220°, a donné le 2.4-dinitrophénol, fusible à 114°.

La détermination de l'azote, d'après Dumas, a donné $N = 14,23$ pour 100, au lieu de $N = 14,21$ calculé. La détermination du poids moléculaire par la cryoscopie avec le phénol nous a donné 452, au lieu de 394, nombre assez satisfaisant, vu la faible solubilité du corps (1 pour 100 environ au point de fusion).

La substance obtenue est donc le tétra-2.4-2'.4'-nitrodiphényloxyéthylène :

CH^2 —— CH^2
O O
NO^2 NO^2
NO^2 NO^2

Propriétés. — Poudre cristalline jaune clair, fondant à 215°,2 (corr.) sans décomposition; insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme et le benzène; faiblement soluble à froid dans l'acétone, le phénol et l'acide acétique, assez soluble à l'ébullition. Les solutions de ce corps dans l'acétone, la méthyléthylcétone et l'acétophénone donnent, avec une solution alcoolique d'alcali solide, une coloration rouge intense, qui n'est pas produite avec l'ammoniaque.

La réduction par le chlorure stanneux et l'acide chlorhydrique, obtenue en chauffant légèrement, donne la tétramine correspondante, qui est préci-

pitée par le sulfite de sodium. Cette amine incolore, ainsi que sa solution aqueuse, brunit rapidement à l'air; copulée avec l'aniline diazotée, elle donne la réaction de la chrysoïdine et fournit un beau colorant orangé, qui, en solution acétique, teint directement la soie, la laine et le coton. Son sel chlorhydrique, en solution neutre, donne, avec l'azotite de sodium, un colorant brun.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérisation des vinylalcoylcarbinols* $CH^2=CH-CHOH-R$ *en éthylalcoylcétones* C^2H^5-CO-R. Note de MM. **Raymond Delaby** et **Jean-Marc Dumoulin**, transmise par M. A. Béhal.

Les vinylalcoylcarbinols étant à présent des composés facilement accessibles [1], il a paru intéressant d'essayer de les transformer directement en vinylalcoylcétones : le seul procédé de synthèse de ces dernières est dû à MM. Blaise et Maire [2] et il exige cinq transformations à partir de la matière première, l'acroléine.

Nos premiers essais furent effectués par *oxydation catalytique* sur argent réduit. MM. Moureu et Mignonac [3] ont montré en effet que l'amiante argentée constituait un catalyseur actif d'oxydation régulière des alcools; en particulier, l'alcool allylique a pu être oxydé en acroléine dans la proportion de 75 pour 100 d'alcool transformé. Par les différentes techniques proposées par ces auteurs et en faisant varier méthodiquement les températures des catalyseurs, les débits respectifs d'alcool, d'air ou d'oxygène, nous n'avons pu réussir à obtenir en quantité appréciable les cétones vinylées correspondant au vinyléthyl- et au vinylbutylcarbinol : entre 270 et 330°, l'alcool non saturé passe sensiblement inaltéré; à température plus élevée, il y a déshydratation et destruction.

L'oxydation chimique conduit à des résultats du même ordre : pas d'altération sous l'influence des oxydants doux tels que le bioxyde de plomb en milieu sulfurique; destruction rapide par le mélange chromique, CrO^3 en solution acétique par exemple.

---

(1) R. Delaby, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 967.
(2) E.-E. Blaise et M. Maire, *Bull. Soc. ch.*, 4e série, 3, 1908, p. 265.
(3) Ch. Moureu et G. Mignonac, *Bull. Soc. ch.*, 4e série, 29, 1921, p. 88.

Nous avons alors entrepris la *déshydrogénation catalytique* sur cuivre ou sur nickel réduits. Peu d'expériences de ce genre ont été tentées sur les alcools non saturés. MM. Sabatier et Senderens (¹) n'ont pas réussi à isoler exclusivement l'acroléine par déshydrogénation sur cuivre entre 180° et 300° : l'hydrogène se fixe immédiatement sur la double liaison de l'acroléine et la majeure partie du produit final est de l'aldéhyde propionique. Quelques années après, Bouveault (²) a cherché à éviter la réaction secondaire en opérant dans le vide; il s'adressa à deux substances peu volatiles, le géraniol et l'alcool undécylénique et les résultats furent assez surprenants : le géraniol fut transformé presque intégralement en citral à 200° et, par contre, l'alcool undécylénique s'isomérisa en aldéhyde undécylique.

En présence de ces faits, nous avons d'abord cherché à connaître si l'alcool allylique se déshydrogénait simplement en acroléine en opérant sous pression réduite. Sous 14^{mm} à 280-285° sur cuivre réduit, on obtient en majeure partie du propanal tout comme dans l'expérience à la pression atmosphérique.

Le principe de la séparation du propanal (éb. 49°,5) et de l'acroléine (éb. 52°,5) fut le suivant. Le premier se combine normalement au bisulfite de sodium et la combinaison se décompose par le carbonate de sodium à l'ébullition, tandis que l'acroléine fixe SO^3NaH à la fois sur le groupement fonctionnel aldéhyde et sur la double liaison et la combinaison ne libère sensiblement plus d'acroléine par CO^3Na^2.

Sur ce même catalyseur, le vinyléthylcarbinol n'est pas touché à 250-275° et sous 15^{mm}; sur nickel réduit, cet alcool dans les mêmes conditions de température et de pression s'isomérise faiblement en diéthylcétone :

$$CH^2 = CH - CHOH - C^2H^5 \rightarrow CH^3 - CH^2 - CO - C^2H^5.$$

L'emploi du vide n'évitant pas la réaction secondaire et les produits de la réaction étant difficiles à condenser en opérant ainsi, les expériences ultérieures furent effectuées à la pression ordinaire pour fixer les rendements en cétones éthylées obtenues en lieu et place des cétones vinylées cherchées. Elles sont résumées ci-après.

(¹) P. Sabatier et J.-B. Senderens, *Ann. Ch. et Ph.*, 8e série, 4, 1905, p. 463.
(²) L. Bouveault, *Bull. Soc. ch.*, 4e série, 3, 1908, p. 123.

Alcool mis en œuvre.	Catalyseur.	Température de catalyse.	Cétone obtenue.	Rendement brut pour 100.	Alcool transformé pour 100.	Point de fusion des semicarbazones.
Vinyléthylcarbinol.... (Éb. 114°-116°.)	Cu	296°	Diéthylcétone....... (Éb. 99°-103°.)	51	63	136°
»	Ni	210	»	73	79	136
Vinylpropylcarbinol... (Éb. 133°-134°.)	Cu	300	Éthylpropylcétone... (Éb. 123°-126°.)	57	64	110,5
Vinylbutylcarbinol.... (Éb. 152°,5-154°.)	Cu	320-325	Éthylbutylcétone.... (Éb. 146°-149°.)	52	66	102

Le nickel permet d'opérer à température plus basse qu'avec le cuivre et le rendement est plus avantageux. Les proportions d'alcool transformé sont éloignées des rendements théoriques par suite de déshydratation qui accompagne l'isomérisation. L'écart entre les points d'ébullition de l'alcool et celui de la cétone diminue avec l'augmentation du nombre d'atomes de carbone, d'où la difficulté de séparation par distillation fractionnée.

Par rapport aux méthodes connues d'obtention des cétones, en particulier la catalyse des acides, ce procédé d'isomérisation des vinylalcoylcarbinols peut rendre des services dans le cas des cétones mixtes où l'un des acides est d'une obtention laborieuse. Toutefois, cette méthode ne s'appliquerait utilement qu'aux cétones C^2H^5-CO-R dans lesquelles $R \leqq C^5H^{11}$: au delà, la préparation des vinylalcoylcarbinols donne de trop faibles rendements pour songer à leur isomérisation catalytique.

GÉOLOGIE. — *Sur le contact de la Nappe de la Vilaine avec son substratum.* Note de M. F. Kerforne, présentée par M. Pierre Termier.

Dès 1915, j'ai signalé la présence de roches écrasées [1] entre les Schistes rouges et le Briovérien, au sud de Rennes, à la base de ce que j'ai appelé la *Nappe de la Vilaine* et c'était une des raisons que j'invoquais pour attribuer à une nappe de charriage la région silurienne, largement étalée sur le Briovérien redressé, entre Rennes et la grande faille longitudinale Angers-Malestroit. J'ai signalé leur existence en plusieurs points, en parti-

---

[1] F. Kerforne, *Sur la présence de Mylonites à la base du Cambrien au sud de Rennes* (*Comptes rendus*, 161, 1915, p. 594).

lier à Bois-Esnault au sud de Pontpéan et au rocher d'Uzel près de la station de Pléchatel ([1]).

J'ai étudié récemment ([2]) les *poudingues pourprés*, base des Schistes rouges, au Rocher (sud de Bruz) et je suis arrivé à cette conclusion qu'ils représentaient en cet endroit non un poudingue de base mais une *brèche de friction* d'origine mécanique; il en est de même des *poudingues pourprés* de la Fayère, près de Châteaubriant.

Jusqu'à présent, aucune étude microscopique de ces roches de base n'avait été faite; cette lacune vient d'être comblée.

Dans une excursion avec M. l'abbé Brunard, j'ai étudié un lambeau détaché de la nappe, sorte de *klippe*, flottant sur le Briovérien qui l'entoure de tous les côtés et situé au sud de Guer (Morbihan), en particulier sa partie orientale, aux environs du camp romain de Marsac (Butte du Mur), commune de Comblessac.

La carte géologique porte en cet endroit, au contact des Schistes rouges et du Briovérien, une masse éruptive s'enfonçant profondément dans les Schistes rouges vers l'Ouest et désignée par le symbole $\nu_{1\text{x}}$: porphyrite ou diabase. Cette roche, dont un affleurement est visible en tranchée près du camp, présente un aspect schistoïde et une structure laminée nette; elle est de couleur bleu verdâtre et dans la pâte on voit de distance en distance de petits grains de quartz; elle est très éloignée de l'aspect ordinaire de nos diabases et de nos porphyrites, fait qui n'avait pas échappé à M. Ch. Barrois, car un passage de la légende de la carte paraît devoir s'y rapporter : « l'état d'altération de ces roches permet difficilement de distinguer la roche éruptive des schistes sédimentaires ». M. l'abbé Brunard en a envoyé des échantillons à M. le professeur Lacroix et a obtenu la détermination suivante : *roche, très probablement granitique, fortement écrasée et très altérée; on n'y voit plus que du quartz et de la séricite.*

La preuve par le microscope de la présence de mylonites à la base de la nappe de la Vilaine est donc faite au sud de Guer et c'est la confirmation de ce que j'ai signalé en d'autres points du contact.

L'existence réelle de la nappe de la Vilaine ne peut plus être mise en

---

([1]) F. Kerforne, *Étude tectonique de la région silurienne du sud de Rennes* (*Nappe de la Vilaine*) (*Bull. Service Carte géol.* n° 139, 23, 1919, p. 125-162).

([2]) F. Kerforne, *Le contact de la Nappe de la Vilaine avec son substratum entre Bruz et Laillé* (*Bull. Soc. géol. Min. Bretagne*, 4, 1923-1924, p. 282-285).

doute; elle ne pouvait plus guère l'être, du reste, depuis que M. Milon (¹) a montré que son substratum à Saint-Thurial est constitué par des couches à *Endothyra*, probablement carbonifères, en tout cas certainement postérieures au Silurien.

GÉOLOGIE. — *Sur une phase tardive de la chaîne calédonienne scandinave.* Note (²) de M. C. E. **Wegmann**, présentée par M. Emile Haug.

L'examen d'une carte de la côte norvégienne montre un alignement régulier de certains cours d'eau et des fjords extrêmement frappant. Ce fait remarqué depuis longtemps a été attribué à des failles. Ce ne sont en général pas des failles, mais simplement des diaclases ayant facilité le travail de l'érosion.

Dans quelques cas, au nord de l'entrée du Trondhjemsfjord, il nous a été possible d'observer un rejet de quelques mètres. Au sud de celui-ci; dans l'île de Hitteren, ces dislocations prennent une plus grande importance. Le Dévonien de la côte SW, dont les assises sont localement presque verticales, y est coupé par des failles. L'une de celles-ci, dont la composante horizontale est probablement assez considérable, constitue, près de Balsnesaune, la limite du Dévonien (³). Ces diaclases sont orientées SE-NW; elles passent vers le sud jusqu'à la direction E-W. Elles se poursuivent dans les vieux gneiss se trouvant dans le reste de l'île et coupent également des charriages d'âge calédonien. Les écailles de gneiss chevauchent principalement sur des zones de calcaires. Le plus souvent on y observe des marbres à gros grains, renfermant d'abondants débris de gneiss, de granites, de pegmatites et de mylonites de ces roches, représentant ainsi une brèche de dislocation. C'est la raison pour laquelle certains auteurs ont pensé à des phénomènes d'injection. Les axes des charriages plongent vers l'Est.

Au point d'intersection des bandes calcaires et de ces fentes transversales apparaît une imprégnation de blende, de galène et de fahlerz

(¹) Y. Milon, *Sur la microfaune du calcaire briovérien de Saint-Thurial* (*C. R. S. Soc. géol. France*, n° 7, 1923, p. 73-74).

(²) Séance du 6 avril 1925.

(³) Hans Reusch, *Nogen bidrag til Hitterens og Smölens geologi* (*Norges geol. Undersökelse*, n° 69, Aarbok 1914, Kristiana 1914, IV, 12 pages, fig. 2. Résumé en anglais).

(exemples : Mellandsjö, Kjölsö, Storvand, etc.) [1]. Les calcaires ne sont imprégnés que là où ils sont traversés par des fentes [2].

Les faisceaux de diaclases recoupant le Dévonien sont plus jeunes que ce dernier. On doit les mettre en relation avec la dernière phase du plissement calédonien, soit la phase brunswickienne de M. Blackwelder [3]. Ce mouvement correspond à une accentuation de la montée axiale, caractérisant la transversale des vallées de la Driva et de Gudbrandsdalen, dont la fosse d'Oslo (Kristiana) constitue la continuation [4].

Ces fentes, plus à l'Est, sur la terre ferme, ne renferment plus que des zéolites. Le minerai témoigne donc de l'activité d'agents minéralisateurs. Il nous semble permis de la mettre en relation avec les phénomènes volcaniques de l'Old Red Sandstone, caractérisant les zones d'ennoyage de la chaîne calédonienne. Ce volcanisme de la fin d'un cycle orogénique semble, comme dans plusieurs chaînes méditerranéennes, affecter de préférence les régions des racines. Des cas certains de cette activité n'ont pas encore été signalés dans la littérature scandinave.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition chimique d'un hybride de l'*Aconitum Anthora *L. et de l'*A. Napellus. Note de MM. **A. Goris** et **M. Métin**, présentée par M. Guignard.

Dans des recherches antérieures [5], l'un de nous a montré que la structure anatomique des racines d'*Aconitum Anthora* L. est très différente

---

(1) Ces gîtes ne doivent pas être confondus avec ceux de magnétite de la même zone; ceux-ci étant en concordance avec des marbres et transformés également en schistes cristallins sont d'âge plus ancien que le plissement. Nous les avons étudiés en compagnie du Dr Carstens, qui publiera un compte rendu de nos observations.

(2) M. Böckmann, ingénieur des mines, a bien voulu me confirmer ces observations.

(3) Eliot Blackwelder, *A summary of the orogenic epochs in the geological history of North America* (*Journ. of Geol.*, 22, n° 7, Chicago, 1914, p. 633-654).

(4) La montée axiale des nappes de Tröndelagen le long de cette zone fait l'objet d'une Note actuellement à l'impression dans un autre Recueil. Une comparaison avec les phénomènes s'observant à l'autre extrémité de la zone d'abaissement d'axe s'impose forcément à l'esprit. Nous pensons à la région d'Oslo, ainsi qu'à celle de la descente axiale symétrique, le long de la côte entre Stat et Stavanger.

(5) A. Goris, *De la structure des Aconits et de son utilisation pour la détermination spécifique des Aconits de l'Inde* (*Bull. Sc. Pharm.*, 3, 1901, p. 102-123).

de celle de l'*A. Napellus* L. Dans ce dernier, le cambium affecte la forme d'une ligne sinueuse, étoilée, mais toujours continue, limitant une zone parenchymateuse médullaire et ligneuse, peu vascularisée. L'*A. Anthora* est caractérisé par un cambium fragmenté, donnant lieu à un certain nombre de cylindres libéro-ligneux plongés dans un parenchyme conjonctif intact ou en voie de disparition, suivant l'âge des tubercules.

Ces deux espèces se différencient également au point de vue chimique [1]; l'une contenant de l'aconitine et des corps voisins, l'autre de l'anthorine et de la pseudo-anthorine.

On a signalé des cas d'hybridation entre l'A, Napel et l'A. Anthora; il était intéressant d'étudier ces hybrides au point de vue de leur composition chimique. Nous remercions M. Randou, de Gèdre, près Gavarnie, de nous avoir signalé une station de ces hybrides bien caractérisés. Toutes ces plantes étaient groupées en bloc, sans autre spécimen semblable dans la région, montrant ainsi qu'elles provenaient d'un semis initial, issu d'une plante hybride.

Cet hybride, que nous appellerons hybride de Randou, a le port et l'aspect de l'A. Napel; les divisions foliaires ne sont pas linéaires comme dans l'A. Anthora; elles ressemblent à celles de l'A. Napel; mais, mâchées en petite quantité, elles ne produisent pas le picotement caractéristique que provoquent ces dernières. Les fleurs sont *blanches*, bordées de bleu. La racine est allongée en forme de navet et par conséquent bien différente de la racine courte et brusquement terminée de l'*A. Anthora;* par contre, la structure anatomique, avec cambium fragmenté, l'éloigne complètement de l'*A. Napellus*.

Ce dernier caractère nous incite à penser que c'est l'*A. Anthora* qui a été hybridé par l'*A. Napellus*. Celui-ci aurait modifié les caractères extérieurs (forme de la feuille, de la racine, couleur des fleurs) sans influencer les caractères anatomiques.

Nous avons prélevé 5 ou 6 pieds de cet hybride et avons transplanté les tubercules de remplacement dans notre jardin alpin de Bagnères-de-Bigorre pour la conservation du type. Les tubercules florifères, avec les tiges et les fleurs, ont été séchés, pulvérisés et traités en vue de l'extraction et de l'étude des alcaloïdes.

39^{g} de produit pulvérisé ont donné 0,059, soit 0,0151 pour 100 de bases alcaloïdiques totales qui pouvaient être, soit de l'aconitine, soit de l'anthorine et de la

---

(1) A. Goris et M. Métin, *Sur la présence de deux alcaloïdes dans l'*Aconitum Anthora *L.* (*Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 968).

pseudo-anthorine, soit un mélange de ces composés. Ne pouvant songer à les caractériser chimiquement nous avons eu recours à l'essai physiologique.

Cette petite quantité d'alcaloïde a été dissoute dans un volume d'eau très exactement mesuré et additionnée d'une trace d'acide sulfurique. La solution a été neutralisée par un peu de carbonate de chaux, puis filtrée pour obtenir un liquide neutre contenant les sulfates d'alcaloïdes.

On injecte à des cobayes une quantité de ces sulfates, correspondant à 0,00000007 par gramme, comme si l'alcaloïde était de l'aconitine. Les animaux n'ont présenté aucun symptôme d'intoxication.

L'alcaloïde extrait n'était donc pas uniquement constitué par de l'aconitine.

A d'autres cobayes, on injecte une quantité correspondant à 0,00001 par gramme, considérant l'alcaloïde comme de l'anthorine et de la pseudo-anthorine. Tous les animaux sont morts, une demi-heure à une heure après l'injection, en présentant des réactions physiologiques à la fois de l'anthorine et de l'aconitine. C'est ainsi que tous ont eu de la *paralysie des membres antérieurs*, réaction spéciale à l'anthorine; ils ont présenté une très grande agitation, et ont eu des sursauts brusques, accompagnés de cris, de hoquets, de salivation; finalement, les *membres postérieurs ont été paralysés :* ce sont là les symptômes propres à l'empoisonnement par l'aconitine.

La présence de cet alcaloïde a d'ailleurs été constatée par le picotement particulier qu'il produit sur la langue. Il suffit, pour cela, de déposer goutte à goutte la solution alcaloïdique sur de petits carrés de papier filtre de 1^{cm} de côté et de les faire sécher à l'étuve à 37°, après chaque affusion; on peut, par cette méthode, mettre sur ces papiers une quantité déterminée et calculée d'alcaloïde. Ces papiers ayant été déposés sur la pointe de la langue, plusieurs expérimentateurs ont noté leurs impressions. Le résultat a été positif pour tous, ne laissant aucun doute sur la présence d'aconitine dans l'« hybride de Randou ».

En opérant de cette façon, avec une solution d'azote d'aconitine de titre connu, on peut déterminer la limite de sensibilité de cette réaction physiologique que nous fixons à une moyenne de 0,000005, certains sujets plus sensibles percevant les picotements dès la dose de 0,000003.

En cherchant alors la limite de sensibilité pour la solution alcaloïdique retirée de l'hybride, et en notant le nombre de gouttes ou la quantité de solution employée, on peut fixer approximativement la proportion d'aconitine contenue dans le mélange de 2 à 5 pour 100 environ.

Ces chiffres n'ont pas un caractère de précision absolue. Ils peuvent, d'autre part, varier avec la proportion des organes employés puisque nous n'avons pas fait la séparation des racines, des tiges et des feuilles.

Un fait intéressant reste du moins acquis, c'est que, dans un hybride bien caractérisé d'*A. Anthora* et *A. Napellus*, on trouve les alcaloïdes correspondant à ces deux espèces.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les caractéristiques de quelques huiles d'Euphorbiacées.* Note de M. **Paul Gillot**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les graines des Mercuriales et des Euphorbes indigènes renferment 14 à 40 pour 100 de matière grasse. J'ai pu en extraire, par expression à froid ou par extraction à l'éther de pétrole, des huiles limpides, dont la couleur varie du jaune paille au jaune d'or.

Ces huiles se caractérisent surtout par leurs fortes densités, leurs indices de réfraction élevés, leurs indices d'iode considérables et la quantité notable de dérivés bromés qu'elles fournissent. Je me contenterai de consigner ci-dessous, en les comparant à celles de l'huile de lin, les caractéristiques des huiles provenant de dix espèces communes.

Caractéristiques des huiles de Mercuriales et des huiles d'Euphorbes.

Huile de :	Densité à 15°.	Indice de réfraction à 15°.	Indice d'iode (Wijs).	Glycérides bromés pour 100.
Mercurialis annua L.	0,9348-0,937	1,4848-1,4861	205,9-215,5	65-80
» *perennis* L.	0,9343-0,937	1,4846-1,4857	203,6-208,3	54-58
» *tomentosa* L.	0,934-0,935	1,4840-1,4852	201,5-208,1	52-68
Euphorbia amygdaloides L.	0,935	1,4840	190,2	36
» *cyparissias* L.	0,938	1,4855	200,3	50
» *exigua* L.	0,936	1,4858	209,2	60
» *helioscopia* L.	0,935	1,4850	205,4	58
» *peplus* L.	0,935	1,4849	201,9	51
» *stricta* L.	0,936	1,4856	212,0	62
» *verrucosa* Jacq.	0,935	1,4850	205,4	54
Linum usitatissimum L.	0,930-0,935	1,4810-1,4835	173-201	23-38

J'ajouterai que certaines espèces moins communes, telles que : *Euphorbia characias* L., *E. dulcis* L., *E. esula* L., *E. nicæensis* All., *E. palustris* L., *E. paralias* L., *E. platyphylla* L., *E. pubescens* Wahl., *E. segetalis* L., *E. serrata* L. m'ont donné des huiles analogues aux précédentes et dont les indices d'iode sont compris entre 190 et 210.

L'examen de ces résultats conduit aux conclusions suivantes :

1° Les huiles extraites des graines des Mercuriales et des Euphorbes indigènes se placent au premier rang des huiles siccatives par leurs caractéristiques égales ou supérieures à celles de l'huile de Lin.

2° Les huiles des Mercuriales présentent une homogénéité frappante.

Les valeurs extrêmes fournies par les huiles de trois espèces indigènes ne dépassent guère, en effet, les écarts que les influences extérieures peuvent engendrer dans l'huile d'une même espèce. Cette unité chimique est d'autant plus remarquable, qu'il s'agit de plantes ayant une biologie fort dissemblable [1];

3° Les huiles des Euphorbes offrent entre elles une très grande analogie et leurs caractéristiques sont également très voisines de celles des huiles des Mercuriales.

De même qu'elles présentent des caractères analytiques semblables, les huiles des Mercuriales et des Euphorbes possèdent des propriétés siccatives sensiblement identiques. Les essais que j'ai eu l'occasion d'effectuer montrent qu'elles sont susceptibles de recevoir des applications diverses : elles fournissent des caoutchoucs factices d'une grande élasticité; elles peuvent servir à la fabrication des encres lithographiques et à la préparation des vernis; elles conviennent admirablement pour la peinture.

En résumé, bien que mes recherches sur les graines des Euphorbiacées indigènes ne soient pas encore terminées, elles montrent que les huiles des Mercuriales et des Euphorbes présentent un réel intérêt :

1° Au point de vue théorique, les résultats obtenus semblent indiquer que les genres *Mercurialis* et *Eurphorbia* ne sont pas seulement caractérisés par leurs affinités botaniques, mais encore par l'homogénéité des caractères physiques et chimiques que présentent les matières grasses de leurs graines;

2° Au point de vue pratique, les huiles des Mercuriales et des Euphorbes sont susceptibles de recevoir les mêmes applications que l'huile de Lin.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur l'influence de l'urée, de la sulfo-urée et de l'allylsulfo-urée sur les végétaux supérieurs.* Note [2] de MM. **E.** et **G. Nicolas**, présentée par M. Molliard.

Depuis les expériences de G. Ville, nous savons que l'urée peut servir d'aliment azoté pour les végétaux; à dater de cette époque, le fait a été maintes fois constaté, si bien que différents auteurs se préoccupent actuel-

---

(1) P. Gillot, *Recherches chimiques et biologiques sur le genre* Mercurialis (*Thèse Doct. Sc. nat.*, Paris, 1925, p. 67).

(2) Séance du 20 avril 1925.

lement de l'emploi de cette substance comme engrais. Ainsi, d'après Chevalier, Brioux, Demolon, l'urée aurait une valeur fertilisante voisine de celle du nitrate de soude.

La découverte de l'uréase chez les végétaux et les recherches par lesquelles Fosse a établi que l'urée est un produit normal du métabolisme végétal, ont fait admettre l'opinion que cette substance, créée de toutes pièces par les cellules, ou empruntée au milieu extérieur, n'est utilisée qu'après sa transformation en carbonate d'ammoniaque par l'uréase. Ceci expliquerait l'insuccès de G. Ville dans ses essais de nutrition de différents végétaux au moyen de l'éthylurée. D'ailleurs, c'est ce qu'entrevoyait déjà Molliard quand il disait : « il faut donc admettre que les racines de Radis sont capables de transformer extérieurement l'urée et il devient vraisemblable que c'est sous la forme ammoniacale que la plante l'utilise ».

Nous avons repris l'étude de l'utilisation de l'urée par le haricot et la moutarde blanche dans le double but de préciser les doses toxiques comprises, d'après Molliard, entre 0,45 et 4,5 pour 1000 pour le Radis, et de comparer cette substance à deux autres, l'une où O de l'urée $\left(O = C \begin{smallmatrix} \diagup AzH^2 \\ \diagdown AzH^2 \end{smallmatrix}\right)$ est remplacée par S, c'est la sulfo-urée ou thio-urée $\left(S = C \begin{smallmatrix} \diagup AzH^2 \\ \diagdown AzH^2 \end{smallmatrix}\right)$; l'autre, l'allylsulfo-urée ou thiosinnamine, dérivant de la précédente par substitution du groupement allylique C^3H^5 à un atome d'H d'un des AzH^2

$$\left(S = C \begin{smallmatrix} \diagup Az \begin{smallmatrix} \diagup H \\ \diagdown C^3H^5 \end{smallmatrix} \\ \diagdown AzH^2 \end{smallmatrix}\right),$$

toutes deux employées aux doses de 0,2, 0,5, 1, 2,5 et 5 pour 1000 ajoutées à la solution minérale dont nous avons fait usage dans nos recherches antérieures sur l'hexométhylène-tétramine et l'aldéhyde formique.

Les chiffres du tableau indiquent les dimensions des organes en centimètres et leurs poids en grammes.

Des résultats encore plus nets, relativement à la toxicité de la sulfo-urée et de l'allylsulfo-urée, nous ont été fournis avec la moutarde blanche; même à la dose la plus faible, 0,2 pour 1000, ces substances arrêtent complètement au bout de quelques jours le développement des plantules.

Ces chiffres mettent une fois de plus en évidence la valeur alimentaire de l'urée aux doses ne dépassant guère 1 pour 1000; les doses de 2,5 et les doses plus fortes sont nettement toxiques, vraisemblablement à cause de l'ammoniaque qui provient de l'hydrolyse de l'urée par l'uréase. Ne savons-

	Témoin.	T + 0,2 urée.	T + 0,5 urée.	T + 1 urée.	T + 2,5 urée.	T + 5 urée.
			Moutarde blanche.			
1924 (18 mars-13 mai).						
21 avril.	Racine principale : 6; tige : 0,3; deux feuilles toutes petites.	Racine principale : 4,5; tige : 0,3; deux premières feuilles : 0,5 × 0,9; trois autres plus petites.	Racine principale : 4,7; tige : 0,6; deux premières feuilles : 0,4 × 1,3; trois autres plus petites.	Racine principale : 5,2; tige : 1,3; deux premières feuilles : 0,8 × 1,6; deux autres : 0,7 × 1,4; une plus petite.	Plante desséchée.	Plante desséchée.
13 mai.						
Poids sec. .	0,005	0,011	0,011	0,032	»	»
			Haricot nain de l'Ermitage.			
1924 (26 mars-27 mai).						
Poids sec. .	0,148	0,154	0,170	0,158	0,091	0,090

	Témoin.	T + 0,2 sulfo-urée.	T + 0,5 sulfo-urée.	T + 1 sulfo-urée.	T + 2,5 sulfo-urée.	T + 5 sulfo-urée.
			Haricot nain de l'Ermitage.			
1924 (4 avril-27 mai).						
22 avril.	Racine principale : 17; axe hypo. : 9,5; cotylédons tombés; tige : 3,4; deux premières feuilles : 2,5 × 3,6.	Racine principale : 13,5 axe hypo. : 3,2; encore enroulé; cotylédons s'étalent.	Racine principale : 7; axe hypo. : 2,6, encore enroulé ; cotylédons s'étalent, prêts à tomber.	Racine principale : 5; axe hypo. : 2, encore enroulé ; cotylédons desséchés non vidés.	Racine principale : 4,2; axe hypo. très court, encore enroulé : cotylédons desséchés, non vidés.	Racine principale : 2,1; axe hypo. encore enroulé : cotylédons desséchés, non vidés.
13 mai.	Tige : 8,4 et deux feuilles trifoliolées.	Cotylédons tombés, mais axe hypo. non déroulé : 3,2 ; pas de feuilles.	Plante desséchée.	Plante desséchée.	Plante desséchée.	Plante desséchée.

	Témoin.	T + 0,2 allylsulfo-urée.	T + 0,5 allylsulfo-urée.	T + 1 allylsulfo-urée.	T + 2.5 allylsulfo-urée.	T + 5 allylsulfo-urée.
			Haricot nain de l'Ermitage.			
1924 (4 avril-27 mai).						
22 avril.	Le même que dans l'expérience avec la sulfo-urée.	Racine principale : 11,5; axe hypo. : 6; cotylédons tombés; tige : 1; deux premières feuilles : 1 × 1.	Racine principale : 6,4; axe hypo. : 2,5, non déroulé; cotylédons étalés, prêts à tomber.	Racine principale : 3,6; axe hypo. : 2, non déroulé; cotylédons desséchés.	Racine principale : 3; axe non déroulé; cotylédons desséchés.	Racine principale : 1 axe non déroulé; cotylédons desséchés.
13 mai.	Id.	Plante desséchée.	Plante desséchée.	Plante desséchée.	Plante desséchée.	Plante desséchée.

nous pas, en effet, par Bokorny que l'ammoniaque employée dissoute dans l'eau, c'est-à-dire sous la forme de l'hydrate AzH^4OH doué de propriétés basiques (ion OH^-) et aux concentrations de 0,02, 0,05, 0,1 et 0,2 pour 100, empêche, à 0,05 pour 100, la germination des graines de cresson, à 0,02 pour 100, celle des graines d'orge et permet, à la même dose, la germination, mais retardée, du blé ?

De l'ensemble de faits relatifs aux végétaux supérieurs, il semble bien que l'on puisse conclure à la toxicité de l'urée pour les doses supérieures à 1 pour 1000. Normalement du fait de la sécrétion de l'uréase par les racines, la concentration de 1 pour 100, non toxique dans certaines conditions réalisées par Bokorny, serait beaucoup trop élevée et nocive. La toxicité de l'urée, se manifestant pour des doses variables suivant les végétaux, comprises entre 0,05 pour 100 (Bokorny) et un peu plus de 1 pour 1000, serait fonction à la fois de l'activité de l'uréase sécrétée par chaque plante et de la sensibilité de celle-ci vis-à-vis de l'ammoniaque.

La sulfo-urée et l'allylsulfo-urée sont toxiques même aux doses les plus faibles employées (0,02 pour 1000) et cette toxicité semble inhérente à la nature même de ces substances et ne paraît pas due à des produits de dédoublement dont on pourrait supposer la formation sous l'action de diastases ou sous des actions diverses; l'uréase, extraite du soja, en particulier, est sans effet sur elles et ne parvient point à les dédoubler, même après quelques jours de contact à la température de 20-25°.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la constitution de la glande verte de l'Écrevisse.* Note de M. **Edouard Fischer**, présentée par M. P. Marchal.

On sait que le rein antennaire de l'Écrevisse (*Potamobius fluviatilis* Rond.), appelé aussi glande verte, diffère notablement des appareils homologues des autres Crustacés Décapodes.

Cette différence a été mise en évidence par Marchal [1]. L'appareil excréteur des Décapodes se compose de trois parties, le saccule, le labyrinthe et la vessie. Le caractère exceptionnel de sa structure chez l'Écrevisse réside dans le fait que son labyrinthe est formé de deux parties distinctes : il comprend en effet la « substance verte », très comparable au labyrinthe

(1) *Arch. de Zool. expér. et gén.*, 2e série, 10, 1892, p. 249-256.

des autres Décapodes, et en outre une partie qui lui est spéciale, la « substance blanche ».

Marchal a montré qu'il existe entre ces deux parties du labyrinthe de l'Écrevisse des différences nettement tranchées, dans la structure anatomique comme dans les caractères histologiques.

J'ai noté, par contre (1), une ressemblance morphologique inattendue entre les cellules de la vessie de l'Écrevisse et celles de la substance blanche du labyrinthe. Des observations d'un autre ordre (2) ayant de nouveau attiré mon attention sur ce point, j'ai repris l'étude de la substance blanche au point de vue des ressemblances et des dissemblances qu'elle présente avec les tissus qui lui sont adjacents, substance verte et vessie. Voici les résultats de cet examen :

Morphologiquement, des différences notables, dont plusieurs ont été déjà vues par Marchal, séparent les cellules de la substance verte de celles de la substance blanche : absence, chez ces dernières, d'une cuticule striée et de grains verts; chondriome limité plus étroitement à la partie basale, et plus serré; cellules de forme plus capricieuse, disposées en un épithélium moins régulier. A ces différences s'opposent des analogies étroites entre les cellules de la substance blanche et celles de la vessie : la forme et la taille des cellules, la constitution et la disposition de leur appareil mitochondrial et de leur appareil vacuolaire, sont tout à fait semblables ; la seule différence est dans le moindre développement des aspects d'activité fonctionnelle du tissu de la vessie (grains de sécrétion, vésicules d'excrétion).

L'étude des affinités pour les colorants histologiques donne les mêmes résultats que l'étude morphologique : les caractères de colorabilité des cellules de la substance blanche sont absolument les mêmes que ceux des cellules de la vessie, et diffèrent très notablement de ceux des cellules de la substance verte, en ce qui concerne le cytoplasme proprement dit et aussi en ce qui concerne les bâtonnets.

Mêmes résultats encore si l'on considère l'action qui s'exerce des tissus excréteurs sur les tissus sanguin et conjonctif sous-jacents : j'ai montré (3) que le voisinage des tissus excréteurs intensifie le processus du développement des granulations éosinophiles dans les cellules sanguines, et provoque

(1) *Arch. Anat. micr.*, 21, 1925, p. 269.
(2) *C. R. Soc. Biologie*, 42, 1925, p. 951.
(3) *Arch. Anat. micr.*, 21, 1925, p. 303.

l'apparition de telles granulations dans les cellules conjonctives également. Or il est possible, dans une certaine mesure, d'apprécier l'intensité de cette action en évaluant la quantité de substance éosinophile par rapport à la quantité des éléments sanguins et conjonctifs : à ce point de vue encore, la substance blanche et la vessie ont les mêmes propriétés, alors que l'action de la substance verte est bien moindre que la leur (et celle du saccule nettement plus intense).

Enfin je rappelle (¹) que l'injection de solutions salines concentrées provoque des modifications histologiques (augmentation de la hauteur des cellules; apparitions de vacuoles) dans la substance blanche et la vessie, et non dans la substance verte.

Je crois donc pouvoir considérer que la substance blanche et la vessie de l'Écrevisse sont deux parties d'un même tissu qui peut être homologué à la vessie des autres Décapodes; de ces deux parties, l'une, la substance blanche, joue un rôle actif dans l'excrétion et présente d'ailleurs une structure anatomique complexe lui assurant une grande surface, en rapport avec cette activité excrétrice; l'autre, la vessie, joue aussi un rôle dans l'excrétion, je l'ai montré (²), mais moins important, et présente la structure simple d'un réservoir d'urine. Il est vraisemblable d'ailleurs que la communauté des caractères de la substance blanche et de la vessie correspond à une communauté d'origine.

En résumé, j'établis ainsi qu'il suit la comparaison du rein antennaire de l'Écrevisse et de celui des autres Décapodes.

Le saccule de l'Écrevisse est assimilable au saccule des autres Décapodes.

La substance verte de l'Écrevisse est assimilable au labyrinthe des autres Décapodes.

L'ensemble de la substance blanche et de la vessie de l'Écrevisse correspond à la vessie des autres Décapodes.

(¹) *C. R. Soc. Biol.*, 92, 1925, p. 951.

(²) *Loc. cit.*

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de l'alcool sur la faculté élective des levures dans la fermentation des moûts de raisin.* Note [1] de M. **Lucien Semichon**, présentée par M. Lindet.

Dubrunfant [2], Kjeldahl [3], Bourquelot [4], Gayon et Dubourg [5], Lindet [6] et récemment Schiller [7] ont étudié la fermentation élective du sucre interverti. De nombreux observateurs ont répété ces études sur les moûts de raisin. D'une manière très générale c'est toujours le glucose qui est consommé au début en plus grande quantité, puis arrive un moment où l'inverse se produit et, s'il reste des sucres dans le vin fait, c'est toujours le lévulose qui domine.

Exceptionnellement Dubourg [8] a isolé des levures de Sauternes qui consomment le lévulose de préférence, Blarez et Chelle [9] ont observé que des moûts mutés à l'acide sulfureux ou à l'acide salicylique, fermentant spontanément longtemps après, ont évolué en variation désordonnée et que souvent le lévulose est d'abord préféré.

En étudiant l'action de l'alcool comme agent des élection des ferments [10] nous avons relevé des dérogations analogues à la marche ordinaire des fermentations vinaires.

A quoi tient l'inversion qu'on observe couramment, avec un même ferment, au cours des fermentations vinaires? Réserve faite de l'influence de la richesse en sucres, de la proportion des deux sucres et de l'aération, sur lesquelles nous reviendrons, il nous paraît que *les mêmes levures peuvent consommer glucose ou lévulose en proportions variables et que l'alcool, suivant sa proportion, peut faire varier leur faculté d'élection, aussi bien que l'acide sulfureux ou tout autre antiseptique.*

Nous avons expérimenté industriellement sur des masses de 5 hectolitres

---

(1) Séance du 20 avril 1925.

(2) *Ann. de Chim. et de Ph.*, 3e série, **21**, p. 169.

(3) *C. R. des Trav. du Labor. de Carlsberg*, 1881.

(4) *Ann. de Chim. et de Ph.*, 6e série, **9**, 1886, p. 245.

(5) *Comptes rendus*, **110**, 1890, p. 865.

(6) *Ann. de l'Inst. nat. Agron.*, **10**, 1911, p. 49.

(7) *Ann. de Brass. et de Dist.*, nos **13** à **15**, 1925.

(8) *Rev. de Vitic.*, **8**, p. 467.

(9) *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 1912, 52e année, p. 425.

(10) *Comptes rendus*, **176**, 1923, p. 1017.

de moût de grenache additionné ou non d'alcool et fermentant sous l'effet des levures naturelles. Au cours des fermentations on a fait de nombreux prélèvements pour y doser chaque fois les sucres réducteurs P et la déviation saccharimétrique α. On en a déduit $\frac{P}{\alpha}$ les proportions G et L de glucose et de lévulose, leurs variations successives dG et dL et l'alcool formé A.

1° Dans le témoin, comme dans les fûts mutés, on observe, au début, une consommation presque exclusive de glucose en relation avec la respiration active des levures dans un milieu riche en oxygène, observation conforme à celle de M. Lindet.

2° $\frac{P}{\alpha}$ décroît ensuite proportionnellement à P et $\frac{dG}{dL}$ est > 1.

3° $\frac{P}{\alpha}$ demeure ensuite à peu près constant, puis va en croissant jusqu'à la fin : $\frac{dG}{dL}$ est < 1, les variations de $\frac{P}{\alpha}$ sont sensiblement proportionnelles à A.

4° La valeur $\frac{dG}{dL} = 1$ correspond à environ 6 pour 100 d'alcool dans le témoin.

5° Les consommations relatives des deux sucres sont sensiblement les mêmes dans les fûts mutés que dans le témoin *pour la même teneur en alcool* du milieu. Dans les moûts additionnés de 2,5-5-7,5-10 pour 100 d'alcool qui ont produit par fermentation : 12°,5-10°-7°,5-5° d'alcool, la courbe des variations de $\frac{P}{\alpha}$ est ce qu'elle était dans le témoin de 2°,5 à 15° °/₀, de 5° à 15° °/₀, de 7°,5 à 15° °/₀, de 10° à 15° °/₀ d'alcool, ces dernières portions de la courbe du témoin étant transposées à la valeur de $\frac{P}{\alpha}$ au départ. Mais cette action prépondérante manifeste de l'alcool est modifiée par la superposition du court phénomène initial de consommation presque exclusive de glucose.

Application à la fermentation continue. — Dans la fermentation continue sans mutage, la vitesse d'extraction étant réglée pour que le milieu demeure à $d°$ d'alcool, $\frac{dG}{dL}$ demeure sensiblement le même que dans le même moût au stade de la fermentation ordinaire correspondant à $d°$ d'alcool formé; le phénomène initial de grande consommation de glucose peut s'y superposer en partie si le moût est très aéré. Si d est $\geqq 6$, la période où $\frac{dG}{dL}$ est > 1 étant réduite ou supprimée, $\frac{dG}{dL}$ demeure < 1 et dans les vins obtenus $\frac{P}{\alpha}$ peut être égal ou plus grand que dans le moût originel.

Application à la préparation des vins de liqueur. — Nous avons réparti le même moût de Banyuls en trois lots, mutés tous trois à 7 pour 100 d'alcool, mais ce mutage opéré à la fin, au milieu, et au début de la fermentation. On obtient trois vins naturels ayant tous trois 15° d'alcool et 155 à 158^g de sucre par litre, mais leur rapport $\frac{P}{\alpha}$ est respectivement 2,87-3,94-4,85, alors qu'il est 3,25 dans le témoin non muté qui a 15° d'alcool et qui conserve 51^g de sucre. L'époque du mutage fait donc varier beaucoup les quantités de glucose et de lévulose consommées ou conservées. La valeur de $\frac{P}{\alpha}$ ne permet pas, comme on l'a cru, de distinguer les mistelles des vins doux naturels.

Conclusions. — L'alcool exerce une action importante sur la faculté élective de la levure, et la fonction zymasique paraît plus sensible à l'alcool quand elle s'applique au glucose.

Suivant la manière dont on pratique la fermentation continue, suivant la façon dont on opère les mutages dans la préparation des vins de liqueur, on peut détruire ou conserver des quantités très différentes de glucose ou de lévulose. Ce fait peut avoir une répercussion sur la teneur du vin en produits secondaires de la fermentation. Il a des conséquences importantes sur les qualités organoleptiques des vins de liqueur et sur les transformations qui accompagnent leur vieillissement.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur le mécanisme de l'acidose.* Note de MM. **Léon Blum** et **Maurice Delaville**, présentée par M. Widal.

La notion de l'importance de l'équilibre acide-base dans les états pathologiques se généralise de plus en plus et la détermination de la réaction actuelle du sang et de la réserve alcaline commence à en être en clinique un examen de pratique courante.

Grâce aux études très nombreuses faites en Amérique et reprises en Europe, nous possédons des documents abondants sur cet équilibre dans la plupart des états morbides. On a pu ainsi approfondir les rapports de ces troubles avec certains processus pathologiques et ce que nous avons pu établir pour les phénomènes d'ossification et les maladies du squelette, comme le rachitisme et l'ostéomalacie, nous fait penser que nous trouverons de ce côté l'explication de maints troubles dont la pathogénie nous échappe jusqu'ici.

Le mécanisme par lequel se produisent les perturbations de l'équilibre présente un intérêt qui n'est pas moins grand. Pour s'en rendre compte il suffit de se rappeler que c'est l'acidose diabétique qui a orienté les recherches du côté des acides cétoniques et a été ainsi la cause première des études sur la formation de ces acides.

Dans cette Communication nous n'envisagerons que l'acidose qui est le trouble de l'équilibre acide-base le plus fréquent et nous examinerons les différents processus par lesquels une acidose peut être réalisée dans les états pathologiques.

On peut définir l'acidose comme un état résultant de la rupture de l'équilibre normal acide-base par augmentation des valences acides. Jusqu'ici cette rupture a été surtout considérée comme suite d'une augmentation des acides, en particulier d'acides organiques.

L'importance de ce mécanisme n'est pas discutable; mais est-il justifié de se limiter comme on l'a fait jusqu'ici aux acides organiques et d'exclure les acides inorganiques?

D'autre part, on n'a considéré dans cette rupture que l'élément acide et négligé l'élément base. Or il est évident que la diminution des bases à elle seule peut déterminer une acidose sans qu'une diminution parallèle ne se produise du côté des acides. Enfin il est certain que la rupture sera d'autant plus prononcée s'il y a à la fois augmentation des acides et diminution des bases.

Nous arrivons ainsi à la conception qu'une acidose peut se produire par les trois modes suivants :

1° Il y a acidose par excès d'acide, le taux des bases restant inchangé.

C'est l'acidose par hyperacidité.

2° Il y a acidose par diminution des bases, le taux des acides n'étant pas modifié.

C'est l'acidose par hypoalcalose.

3° Enfin il y a acidose par excès d'acides et diminution simultanée des bases.

C'est l'acidose par hyperacidité et hypoalcalose.

Nos recherches nous ont montré que dans les états pathologiques ces trois mécanismes peuvent intervenir et que pour le groupe des acidoses par hyperacidité une différenciation plus précise est possible si l'on tient compte de la nature des acides.

Nous sommes ainsi arrivés à distinguer les types suivants :

1° L'acidose par excès d'acides cétoniques, telle qu'elle existe au cours du jeûne hydrocarboné et du diabète.

Nous l'appellerons céto-acidose.

2° L'acidose par excès d'acide lactique qu'on a rencontré après les efforts musculaires intenses et prolongés et qui joue probablement un rôle dans quelques maladies.

Nous la nommerons lacto-acidose.

3° L'acidose par excès d'acide chlorhydrique : on la rencontre dans les néphrites où l'élimination du chlore est défectueuse ; elle est réalisée par l'administration de fortes quantités de chlorure de calcium ou de chlorure d'ammonium : c'est la « chloro-acidose ».

4° L'acidose produite par les protéines qui accaparent les bases, fait que l'ultrafiltration permet de mettre en évidence, et qu'on rencontre chez certains cardiaques avec œdèmes.

C'est la *protéino-acidose*.

L'acidose par hypoalcalose est loin d'être rare ; elle est une cause fréquente de l'acidose des brightiques. Nous l'avons trouvée dans deux cas d'ostéomalacie. Peut-être est-elle en jeu dans l'acidose du rachitisme.

L'acidose par hyperacidité et hypoalcalose se rencontre chez les brightiques, plus rarement dans les phases extrêmes du diabète.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Présence de spirochètes chez les chiens atteints de gastro-entérite hémorragique*. Note de MM. **L. Panisset** et **J. Verge**, présentée par M. E. Leclainche.

Lükes, Lükes et Derbeck, Krivacek ont récemment mis en évidence, chez les chiens atteints de gastro-entérite hémorragique, un spirochète particulier = *Spirochæta melanogenes canis*. Ce parasite, assez facilement décelable dans le rein, serait rare et difficile à retrouver dans le pancréas, l'aorte, l'artère pulmonaire, la rate et le poumon.

Okell, Dalling et Pugh ont étudié, il y a quelques mois, une jaunisse leptospirillaire canine dont la forme suraiguë semble correspondre à la gastro-entérite hémorragique. Cette jaunisse est expérimentalement transmissible aux jeunes chiens : le succès des inoculations est subordonné à l'emploi d'un matériel frais.

L'étude préalable de deux cas de typhus du chien, dans lesquels il nous

fut impossible de découvrir le moindre spirochète, nous fit modifier notre technique de recherche et nous permit de déceler ces micro-organismes lorsqu'un troisième cas vint s'offrir à notre examen.

Il s'agit d'un chien braque, âgé de 18 mois.

Les premiers symptômes apparurent brusquement : tristesse, adynamie, inappétence totale. Vingt-quatre heures après, l'animal nous est présenté : la stupeur est profonde ; les mouvements sont rares. Il existe du souffle labial, une diarrhée sanguinolente intense. Au niveau de la muqueuse buccale, on observe des macules d'un rouge vineux, mal délimitées, isolées ou confluentes, de dimensions variables, allant du diamètre d'une pièce de 20 centimes au diamètre d'une pièce de 1 franc.

Le pouls est filant, imperceptible ; le nombre des respirations est normal ; la température rectale s'abaisse à 36°. Deux heures après notre examen, le sujet meurt dans le coma.

Les lésions constatées à l'autopsie ne diffèrent en rien de celles qui caractérisent le typhus du chien.

Étude expérimentale. — Le sang du cœur, ensemencé en différents milieux, aérobies et anaérobies, n'a donné naissance à aucune culture.

On fait des frottis de sang du cœur, de pulpe de foie, de rate et de rein. On effectue également quelques préparations par impression, en posant délicatement une lame de verre à la surface d'une coupe fraîche du rein, du foie et de la rate.

Toutes ces préparations sont colorées suivant la méthode classique de Fontana-Tribondeau. L'examen bactérioscopique des frottis n'a montré aucun parasite spiralé. En revanche, dans les préparations par impression du rein, nous avons retrouvé un spirochète assez long (8 à 10^{μ}) grêle, à tours de spires peu nombrenx, lâches, peu serrés. Nous avons observé également des éléments flexueux, plus ou moins recourbés.

L'inoculation, à deux jeunes chiens âgés de 12 mois, du sang du cœur et d'une émulsion de pulpe de rein n'a provoqué aucune infection.

Il semble donc que, pour la mise en évidence de *Spirochæta melanogenes canis*, les méthodes les plus sûres soient : ou bien l'étude des coupes d'organes, colorées par une technique appropriée (Lükes), ou bien l'examen des préparations par impression, *par décalque*, pourrions-nous dire, après coloration par les méthodes d'imprégnation à l'argent.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'étiologie des oreillons*. Note de M. **Yves Kermorgant**, présentée par M. Roux.

Le pouvoir infectant des sécrétions buccales des malades atteints d'oreillons est un fait connu depuis longtemps. Trousseau, Rilliet, Guéneau de Mussy, ont même indiqué la possibilité d'une véritable localisation de l'infection ourlienne au niveau de la muqueuse buccale (stomatite, angine). La preuve expérimentale de la présence du virus, agent étiologique des oreillons, dans la salive des malades a été définitivement apportée par les expériences de Granata (1908), Gordon (1914), Wollstein (1916-1918).

Nous avons utilisé pour nos recherches le matériel virulent recueilli par lavage de la cavité buccale avec de l'eau physiologique de préférence à la sérosité parotidienne. Nous n'aurions pu prélever par ponction de ces glandes qu'une quantité minime de liquide contenant sans doute le germe spécifique (Nicolle et Conseil 1913), mais d'une virulence déjà atténuée par les réactions de défense de l'organisme, comme semblent le démontrer les résultats des expériences de Wollstein comparés à ceux obtenus par Nicolle et Conseil.

Le culot du liquide de lavage obtenu par centrifugation, repris par l'eau physiologique, a été inoculé, à la dose de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, à des singes (*M. sinicus*) soit directement dans la parotide droite, soit au niveau de l'orifice buccal du canal excréteur droit. Nous avons ainsi déterminé, après une incubation de 7 à 10 jours, une parotidite bilatérale, s'accompagnant même dans un cas de sous-maxillite, d'inflammation des glandes lacrymales et d'une forte réaction méningée.

L'examen direct de ce même matériel et son ensemencement dans un milieu anaérobie au sérum de cheval dilué au $\frac{1}{5}$ dans l'eau physiologique, nous ont révélé la présence, au milieu de la flore buccale, d'un spirochète particulier. Les passages successifs dans ce milieu ont réduit les germes obtenus lors du premier ensemencement à deux espèces : le spirochète et une bactérie mobile (hôte très fréquent de la bouche de sujets normaux). L'expérience nous a montré que la symbiose de cette bactérie était nécessaire au développement *in vitro* du spirochète. Les cultures en sérum de cheval repiquées, dans un milieu anaérobie constitué par du sérum de lapin dilué au $\frac{1}{5}$ dans l'eau physiologique, stérilisé par filtration et non chauffé, deviennent particulièrement riches en spirochètes doués au maximum de leur virulence.

A l'examen à l'ultramicroscope, cet organisme se présente sous l'aspect d'un corps rigide très régulièrement enroulé en hélice, mesurant 10 à 14^{μ} de longueur. Les méthodes habituelles permettent d'en obtenir facilement de bonnes préparations colorées, sur lesquelles les organismes apparaissent souvent munis de cils à leurs extrémités. Le spirochète se reproduit par division régulière, ou par production de granules susceptibles de donner ensuite des spirochète typiques. Ces formes granulaires peuvent passer à travers les bougies filtrantes (Chamberland L_2, L_3) et leur existence permet de classer ce spirochète parmi les organismes possédant des formes filtrables.

L'inoculation chez le singe (*M. sinicus*) de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube d'une culture de spirochètes et de bactéries, pratiquée dans des conditions analogues à celles déjà indiquées, provoque, chez cet animal, après une incubation d'une semaine, la maladie ourlienne avec tous les caractères qu'elle revêt chez l'homme (parotidite bilatérale, orchite, sous-maxillite, réaction méningée). En inoculant simultanément au niveau du testicule avec $\frac{1}{10}$ de centimètre cube d'une telle culture, un singe et des lapins, nous avons provoqué chez ces deux espèces d'animaux, après une incubation de 24 à 48 heures, une orchite aiguë, n'aboutissant jamais à la suppuration, quelle que fût l'intensité des signes du début, et se terminant toujours par sclérose.

L'inoculation, dans des conditions identiques à celle déjà mentionnée, de 1^{cm^3} d'une culture anaérobie en sérum de lapin, du bacille préalablement isolé sur les milieux habituels, ne produit aucune réaction parotidienne ou testiculaire chez le singe ou le lapin. Au contraire, le culot de centrifugation d'une culture filtrée ne contenant que des granules spirochétiens provoque, par inoculation dans le testicule du lapin, une orchite analogue à celle déterminée avec la culture qui a donné origine à ces granules.

Le rôle du spirochète dans l'étiologie de la maladie expérimentale est encore confirmé par sa présence constante dans les lésions glandulaires dont il est aisé de l'obtenir en culture. Il nous a été, par contre, impossible de mettre en évidence les formes spiralées de cet organisme sur les coupes de parotide ou de testicule traitées par les méthodes de coloration les plus électives.

La constatation, dans le sérum des sujets guéris, d'une agglutinine et d'une lysine spécifiques vis-à-vis de ce germe, viennent confirmer son rôle dans l'étiologie des oreillons chez l'homme.

Une première atteinte de l'infection confère aux animaux l'immunité, et

nous avons pu vacciner les lapins par l'injection de cultures de spirochètes de virulence atténuée. Ces essais de vaccination expérimentale, joints à quelques cas de thérapeutique clinique par les arsenicaux (sulfarsénobenzol, novarsénobenzol) permettent d'espérer la possibilité d'appliquer un jour à l'homme ces notions nouvelles dans la prophylaxie et la thérapeutique des oreillons.

M. J. **Basset** adresse une Note intitulée : *Étude expérimentale sur le charbon symptomatique. La toxine de* B. Chauvœi *et son pouvoir immunisant.*

A 16h, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h30m.

É. P.

ERRATA.

(Séance du 14 avril 1925.)

Note de M. *J. Andrade*, Le mécanisme général de la synchronisation :

Page 1150, ligne 4, équation (3), *remplacer* la fonction $f(\theta)$ par $F(\theta) = \frac{\sin V}{e^{iV}} if(\theta)$; ligne 6, équation (4), poser $m = \frac{\cos V}{\sin V} + i$ et *lire*

$$(4) \qquad Z = e^{-m\theta}\left[C_0 + i\int_0 e^{m\varphi} f(\varphi)\,d\varphi\right];$$

ligne 11, équation (6), *lire*

$$(6) \qquad Z_{j+1} = Z_j e^{-m\odot} + i\int_0^{\odot} e^{m\varphi} f(\varphi)\,d\varphi.$$